

## 明細書

## コミュニケーションロボット用制御システム

## 技術分野

5 この発明はコミュニケーションロボット用制御システム、行動入力支援プログラム、プログラムを記憶した記憶媒体、および行動入力支援方法に関し、特にたとえば、音声や身振りによって人とコミュニケーションするコミュニケーションロボットの行動入力を支援する、コミュニケーションロボット用制御システム、行動入力支援プログラム、プログラムを記憶した記憶媒体、および行動入力支援方法に関する。

10

## 従来技術

従来のロボットの制御技術においては、一般的にいって、単なる一定の動作を行わせるような入力を受け付けてその入力を再生することによって、その一定動作をロボットに再現させるようなシステムや、産業用のマニピュレータに非常によく使われるティーチング・プレイバック方式による教示技術等が存在していた。

15 一方、音声や身振りによって人間とコミュニケーションを図ることを指向したコミュニケーションロボットにおいては、より自然なコミュニケーションを実現するために、自発的に行うコミュニケーションのための一定の動作だけでなく、対話相手である人間の行動に応じた反応的な動作を行うことが必要となってくる。また、人間は感情を持ち、同じ行  
20 動であっても感情によって表現が変わってくるので、コミュニケーションロボットにおいては、感情に応じた動作を行うことも必要である。しかしながら、従来技術は、自発的な一定動作を入力するものに過ぎず、人間の行動に応じた反応動作や感情的な動作も含めてロボットに実行させるための行動入力を支援するシステムは存在しなかった。

25

## 発明の概要

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な、コミュニケーションロボット用制御システム、行動入力支援プログラム、プログラムを記憶した記憶媒体、および行動入力支援方法を提供することである。

30

この発明の他の目的は、反応動作を含んだ対話行動を簡単に入力し生成できる、コミュニケーションロボット用制御システム、行動入力支援プログラム、プログラムを記憶した記憶媒体、および行動入力支援方法を提供することである。

この発明の更なる目的は、感情的な動作を含んだ対話行動を簡単に入力し生成できる、コミュニケーションロボット用制御システム、行動入力支援プログラム、プログラムを記憶した記憶媒体、および行動入力支援方法を提供することである。

35

請求項1の発明に従ったコミュニケーションロボット用制御システムは、コミュニケ

ションロボットに実行させる対話行動の入力を支援するコミュニケーションロボット用制御システムであって、人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段、記憶手段に記憶された情報に基づいて複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示手段、ユーザの操作に応じて、表示手段によって表示された行動のリストからコミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定手段、および行動決定手段によって決定された行動の履歴に基づいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成手段を備える、コミュニケーションロボット用制御システムである。

請求項1の発明では、自発的な行動だけでなく、対話相手である人間の行動に応じた反射的行動（反応動作）を含む複数の行動に関する情報が予め記憶手段に記憶されている。この予め準備された複数の行動に関する情報に基づいて、表示手段は複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する。つまり、このリストには反射的行動も選択可能に表示されている。ユーザはこの表示された行動のリストの中からコミュニケーションロボットに実行させる行動を選択することができ、行動決定手段は、ユーザの操作に応じて、行動のリストからコミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する。そして、生成手段は、決定された行動の履歴に基づいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する。したがって、請求項1の発明によれば、ユーザは、反射的行動を含んだ行動のリストからコミュニケーションロボットに実行させたい行動を選択していくことによって、対話行動を構成する1つ1つの行動を簡単に入力することができ、反射的行動を含んだ対話行動の再生動作情報を簡単に生成することができる。

請求項2の発明に従ったコミュニケーションロボット用制御システムは、請求項1の発明に従属し、表示手段は、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、行動決定手段は、さらに、ユーザの操作に応じて、感情表現のリストから、コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、生成手段は、行動決定手段によって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、再生動作情報を生成する。

請求項2の発明では、行動のリストとともに、さらに複数の感情表現のリストが表示手段によって表示される。ユーザは複数の感情表現の中から行動に付与したい感情表現を選択することができる。行動決定手段は、コミュニケーションロボットに実行させる行動とともに、さらに、ユーザの操作に応じて、当該行動に付与する感情表現を決定する。生成手段は、決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、再生動作情報を生成する。したがって、請求項2の発明によれば、感情的な行動を簡単に入力することができ、感情的な対話行動の再生動作情報を簡単に入力して生成することができる。

請求項3の発明に従ったコミュニケーションロボット用制御システムは、請求項2に従属し、行動決定手段は、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する判定手段をさらに含んでいて、判定手段によって感情表現が行動

に対して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与を許可しない。

請求項3の発明では、判定手段は、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する。行動に対する感情表現の付与は、この判定結果に従って行われる。つまり、感情表現が行動に対して不適当であると判断されたときには、当該行動に対する当該感情表現の付与が許可されない。したがって、請求項3の発明によれば、行動そのものの感情表現と追加する感情表現とが矛盾することを防止できる。

請求項4の発明に従ったコミュニケーションロボット用制御システムは、請求項1ないし3のいずれかの発明に従属し、行動決定手段によってコミュニケーションロボットに実行させる行動が決定されたとき、当該行動の実行指令をコミュニケーションロボットに送信する送信手段をさらに備える。

請求項4の発明では、送信手段は、決定された行動の実行指令をコミュニケーションロボットに送信する。この実行指令に応じて、コミュニケーションロボットでは、決定された行動が実行されることとなる。したがって、ユーザは、コミュニケーションロボットの実際の動作を確認することができ、対話行動の作成を容易に行うことができる。

請求項5の発明に従ったコミュニケーションロボット用制御システムは、請求項1ないし4のいずれかの発明に従属し、表示手段は、行動のリストを、コミュニケーションロボットの部位ごとに分類して表示する。

請求項5の発明では、部位ごとに分類された行動のリストが表示されるので、ユーザに対して複数の行動を分かり易く提示できる。したがって、ユーザは所望の行動の入力を容易に行うことができる。

請求項6の発明に従ったコミュニケーションロボット用制御システムは、請求項1ないし5のいずれかに従属し、表示手段は、ユーザの操作によってリストから行動が選択されたとき、当該行動を実行したコミュニケーションロボットの姿の画像を表示する。

請求項6の発明では、ユーザがリストから行動を選択すると、当該行動を実行したコミュニケーションロボットの姿が画像として表示される。したがって、ユーザは、決定しようとしている行動によって、コミュニケーションロボットが実際にどのような動作をするのかを事前に確認することができ、対話行動をより容易に作成することができる。

請求項7の発明に従った行動入力支援プログラムは、コミュニケーションロボットによって人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段を備えるコミュニケーションロボット用制御システムにおいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動の入力を支援する行動入力支援プログラムである。このプログラムは、コミュニケーションロボット用制御システムのプロセサに、記憶手段に記憶された情報に基づいて複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示ステップ、ユーザの操作に応じて、表示ステップによって

表示された行動のリストからコミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定ステップ、および行動決定ステップによって決定された行動の履歴に基づいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成ステップを実行させる。

- 5 請求項8の発明に従った行動入力支援プログラムは、請求項7の発明に従属し、表示ステップは、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、行動決定ステップは、さらに、ユーザの操作に応じて、感情表現のリストから、コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、生成ステップは、行動決定ステップによって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、再生動作情報を生成する。
- 10 請求項9の発明に従った行動入力支援プログラムは、請求項8の発明に従属し、行動決定ステップは、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する判定ステップをさらに含んでいて、判定ステップによって感情表現が行動に対して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与を許可しない。
- 15 請求項10の発明に従ったプログラムを記憶した記憶媒体は、コミュニケーションロボットによって人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段を備えるコミュニケーションロボット用制御システムにおいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動の入力を支援するプログラムを記憶した記憶媒体である。プログラムは、コミュニケーションロボット用制御システムのプロセサに、記憶手段に記憶された情報に基づいて複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示ステップ、ユーザの操作に応じて、表示ステップによって表示された行動のリストからコミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定ステップ、および行動決定ステップによって決定された行動の履歴に基づいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成ステップを実行させる。
- 20 請求項11の発明に従ったプログラムを記憶した記憶媒体は、請求項10の発明に従属し、表示ステップは、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、行動決定ステップは、さらに、ユーザの操作に応じて、感情表現のリストから、コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、生成ステップは、行動決定ステップによって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、再生動作情報を生成する。
- 25 請求項12の発明に従ったプログラムを記憶した記憶媒体は、請求項11の発明に従属し、行動決定ステップは、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する判定ステップをさらに含んでいて、判定ステップによって感情表現が行動に対して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付

与を許可しない。

請求項 1 3 の発明に従った行動入力支援方法は、コミュニケーションロボットによって人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段を備えるコミュニケーションロボット用制御システムにおいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動の入力を支援する行動入力支援方法であって、記憶手段に記憶された情報に基づいて複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示ステップ、ユーザの操作に応じて、表示ステップによって表示された行動のリストからコミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定ステップ、および行動決定ステップによって決定された行動の履歴に基づいて、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成ステップを含む。

請求項 1 4 の発明に従った行動入力支援方法は、請求項 1 3 の発明に従属し、表示ステップは、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、行動決定ステップは、さらに、ユーザの操作に応じて、感情表現のリストから、コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、生成ステップは、行動決定ステップによって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、再生動作情報を生成する。

請求項 1 5 の発明に従った行動入力支援方法は、請求項 1 4 の発明に従属し、行動決定ステップは、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する判定ステップをさらに含んでいて、判定ステップによって感情表現が行動に対して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与を許可しない。

請求項 7 – 9 の発明、請求項 10 – 12 の発明、または請求項 13 – 15 の発明でも、上述した請求項 1 – 3 の発明と同様に、反射的行動を含んだ対話行動の再生動作情報を簡単に入力して生成できる。また、感情的な対話行動の再生動作情報を簡単に入力して生成

25 できるし、行動と矛盾するような感情表現の付与を防止できる。

この発明によれば、人間の行動に応じた反射的行動を含んだ複数の行動のリストを表示して、ユーザに選択させるようにしているので、コミュニケーションロボットに実行させる対話行動を簡単に入力し生成することができる。生成された対話行動には、自発的な行動だけでなく反射的行動も含まれるので、対話相手の行動に応じて反射的行動を起動させることができる。したがって、コミュニケーションロボットに、より自然で多様な対話行動を容易に実現させることができる。

また、行動のリストとともに行動に付与する感情表現のリストをさらに表示してユーザに選択させる場合には、感情的な動作を簡単に入力できるとともに、感情的な対話行動を簡単に入力して生成することができる。したがって、感情的な反応動作や感情的な自発的行動などが含まれた、より多様な対話行動をコミュニケーションロボットに容易に実現さ

せることができる。

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

5

### 図面の簡単な説明

図1はこの発明の一実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの概要を示す図解図であり；

図2は図1のコミュニケーションロボットの外観を示す図解図（正面図）であり；

図3は図1のコミュニケーションロボットの内部構成を示すブロック図であり；

10 図4は図3の自発的行動DBの内容の一例を示す図解図であり；

図5は図3の反射的行動DBの内容の一例を示す図解図であり；

図6は図1実施例のコミュニケーションロボット用制御システムのメモリに記憶される行動リストデータの一例を示す図解図であり；

15 図7は図1実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの表示装置に表示される選択入力画面の一例を示す図解図であり；

図8は図1実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの動作の一例を示すフロー図であり；

図9は図1実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの再生動作DBに格納される再生動作データの一例を示す図解図であり；

20 図10は図1のコミュニケーションロボットの動作の一例を示すフロー図であり；

図11は図10における反射的行動の実行処理のうち「人の顔を見る」行動の動作の一例を示すフロー図であり；

図12は他の実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの表示装置に表示される選択入力画面の一例を示す図解図であり；

25 図13は図12実施例のコミュニケーションロボット用制御システムのメモリに記憶される感情表現リストデータの内容の一例を示す図解図であり；

図14は図12実施例のコミュニケーションロボット用制御システムのメモリに記憶される行動リストデータの内容の一例を示す図解図であり；

30 図15は図12実施例におけるコミュニケーションロボットに設けられる感情表現行動DBの内容の一例を示す図解図であり；

図16は図12実施例におけるコミュニケーションロボットのメモリに記憶される感情的な反射的行動リストデータの内容の一例を示す図解図であり；

図17は図12実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの入力時の動作の一例を示すフロー図であり；

35 図18は図12実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの再生動作DBに

格納される再生動作データの一例を示す図解図であり；

図19は図12実施例のコミュニケーションロボット用制御システムの再生時の動作の一例を示すフロー図であり；

図20は図12実施例におけるコミュニケーションロボットの動作の一例を示すフロー図であり；

図21は図20における感情的な反射的行動の実行処理のうち「喜んで同意」行動の動作の一例を示すフロー図であり；そして、

図22は図20における感情補正変換処理の動作の一例を示すフロー図である。

#### 10 発明を実施するための最良の形態

図1を参照して、この実施例のコミュニケーションロボット用制御システム（以下、単に「システム」とも言う。）10は、コミュニケーションロボット（以下、単に「ロボット」とも言う。）12の実行する対話行動の入力を支援するためのものである。コミュニケーションロボット12は、音声および身振りを用いて人間14とコミュニケーションを図ることを目的としたロボットである。

ここで、この実施例で適用されるロボット12について詳細に説明する。図2を参照して、ロボット12は、台車16を含み、この台車16の下面には、このロボット12を自律移動させる車輪18が設けられる。この車輪18は、車輪モータ（ロボット12の内部構成を示す図3において参考番号「74」で示す。）によって駆動され、台車16すなわちロボット12を前後左右任意の方向に動かすことができる。なお、図示しないが、この台車16の前面には、衝突センサ（図3において、参考番号「82」で示す。）が取り付けられ、この衝突センサは、台車16への人や他の障害物の接触を検知する。そして、ロボット12の移動中に障害物との接触を検知すると、直ちに車輪18の駆動を停止してロボット12の移動を急停止させる。

25 なお、ロボット12の背の高さは、この実施例では、人、特に子供に威圧感をあたえることがないように、100cm程度とされている。ただし、この背の高さは任意に変更可能である。

台車16の上には、多角形柱のセンサ取付パネル20が設けられ、このセンサ取付パネル20の各面には、超音波距離センサ22が取り付けられる。この超音波距離センサ22は、取付パネル20すなわちロボット12の周囲の主として人との間の距離を計測するものである。

台車16の上には、さらに、その下部が上述の取付パネル20に囲まれたロボット12の胴体が直立するように取り付けられる。この胴体は下部胴体24と上部胴体26とから構成され、これら下部胴体24および上部胴体26は、連結部28によって、連結される。35 連結部28には、図示しないが、昇降機構が内蔵されていて、この昇降機構を用いること

によって、上部胴体26の高さすなわちロボット12の高さを変化させることができる。昇降機構は、後述のように、腰モータ（図3において参照番号「72」で示す。）によって駆動される。上で述べたロボット12の身長100cmは、上部胴体26をその最下位置にしたときの値である。したがって、ロボット12の身長は100cm以上にすること 5 ができる。

上部胴体26のほぼ中央には、1つの全方位カメラ30と、1つのマイク32とか設けられる。全方位カメラ30は、ロボット12の周囲を撮影するもので、後述の眼カメラ52と区別される。マイク32は、周囲の音、とりわけ人の声を取り込む。

上部胴体26の両肩には、それぞれ、肩関節34Rおよび34Lによって、上腕36R 10 および36Lが取り付けられる。肩関節34Rおよび34Lは、それぞれ3軸の自由度を有する。すなわち、肩関節34Rは、X軸、Y軸およびZ軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕36Rの角度を制御できる。Y軸は、上腕36Rの長手方向（または軸）に平行な軸であり、X軸およびZ軸は、そのY軸に、それぞれ異なる方向から直交する軸である。肩 15 関節34Lは、A軸、B軸およびC軸のそれぞれの軸廻りにおいて上腕36Lの角度を制御できる。B軸は、上腕36Lの長手方向（または軸）に平行な軸であり、A軸およびC軸は、そのB軸に、それぞれ異なる方向から直交する軸である。

上腕36Rおよび36Lのそれぞれの先端には、肘関節38Rおよび38Lを介して、前腕40Rおよび40Lが取り付けられる。肘関節38Rおよび38Lは、それぞれ、W軸およびD軸の軸廻りにおいて、前腕40Rおよび40Lの角度を制御できる。

なお、上腕36Rおよび36Lならびに前腕40Rおよび40Lの変位を制御するX, 20 Y, Z, W軸およびA, B, C, D軸では、「0度」がホームポジションであり、このホームポジションでは、上腕36Rおよび36Lならびに前腕40Rおよび40Lは下方向に向けられる。

また、図2では示していないが、上部胴体26の肩関節34Rおよび34Lを含む肩の部分や上述の上腕36Rおよび36Lならびに前腕40Rおよび40Lには、それぞれ、タッチセンサが設けられていて、これらのタッチセンサは、人14がロボット12のこれらの部位に接触したかどうかを検知する。これらのタッチセンサも図3において参照番号80で包括的に示す。

前腕40Rおよび40Lのそれぞれの先端には、手に相当する球体42Rおよび42L 30 がそれぞれ固定的に取り付けられる。なお、この球体42Rおよび42Lに代えて、この実施例のロボット12と異なり指の機能が必要な場合には、人の手の形をした「手」を用いることも可能である。

なお、ロボット12の形状・寸法等は適宜に設定されるが、他の実施例では、たとえば、上部胴体26は、前面、背面、右側面、左側面、上面および底面を含み、右側面および左側面は表面が斜め前方に向くように形成してもよい。つまり、前面の横幅が背面の横幅よ 35 35

りも短く、上部胴体26を上から見た形状が台形になるように形成されてもよい。このような場合、肩関節34Rおよび34Lは、右側面および左側面に、その表面が左右両側面とそれぞれ平行である左右の支持部を介して取り付けられる。そして、上腕36Rおよび上腕36Lの回動範囲は、これら左右側面または支持部の表面（取り付け面）によって規制され、上腕36Rおよび36Lは取り付け面を超えて回動することはない。しかし、左右側面の傾斜角、B軸とY軸との間隔、上腕36Rおよび36Lの長さ、ならびに前腕40Rおよび40Lの長さ等を適宜に設定すれば、上腕36Rおよび36Lは前方を越えてより内側まで回動できるので、たとえW軸およびD軸による腕の自由度がなくてもロボット12の腕は前方で交差できる。したがって、腕の自由度が少ない場合でも正面に位置する人と抱き合うなどの密接なコミュニケーションを図ることができる。

上部胴体26の中央上方には、首関節44を介して、頭部46が取り付けられる。この首関節44は、3つの自由度を有し、S軸、T軸およびU軸の各軸廻りに角度制御可能である。S軸は首から真上に向かう軸であり、T軸およびU軸は、それぞれ、このS軸に対して異なる方向で直交する軸である。頭部46には、人の口に相当する位置に、スピーカ48が設けられる。スピーカ48は、ロボット12が、その周囲の人に対して音声または声によってコミュニケーションを図るために用いられる。ただし、スピーカ48は、ロボット12の他の部位たとえば胴体に設けられてもよい。

また、頭部46には、目に相当する位置に眼球部50Rおよび50Lが設けられる。眼球部50Rおよび50Lは、それぞれ眼カメラ52Rおよび52Lを含む。なお、右の眼球部50Rおよび左の眼球部50Lをまとめて眼球部50といい、右の眼カメラ52Rおよび左の眼カメラ52Lをまとめて眼カメラ52ということもある。眼カメラ52は、ロボット12に接近した人の顔や他の部分ないし物体等を撮影してその映像信号を取り込む。

なお、上述の全方位カメラ30および眼カメラ52のいずれも、たとえばCCDやCMOSのように固体撮像素子を用いるカメラであってよい。

たとえば、眼カメラ52は眼球部50内に固定され、眼球部50は眼球支持部（図示せず）を介して頭部46内の所定位置に取り付けられる。眼球支持部は、2軸の自由度を有し、 $\alpha$ 軸および $\beta$ 軸の各軸廻りに角度制御可能である。 $\alpha$ 軸および $\beta$ 軸は頭部46に対して設定される軸であり、 $\alpha$ 軸は頭部46の上へ向かう方向の軸であり、 $\beta$ 軸は $\alpha$ 軸に直交しつつ頭部46の正面側（顔）が向く方向に直交する方向の軸である。この実施例では、頭部46がホームポジションにあるとき、 $\alpha$ 軸はS軸に平行し、 $\beta$ 軸はU軸に平行するよう設定されている。このような頭部46において、眼球支持部が $\alpha$ 軸および $\beta$ 軸の各軸廻りに回転されることによって、眼球部50ないし眼カメラ52の先端（正面）側が変位され、カメラ軸すなわち視線方向が移動される。

なお、眼カメラ52の変位を制御する $\alpha$ 軸および $\beta$ 軸では、「0度」がホームポジションであり、このホームポジションでは、図2に示すように、眼カメラ52のカメラ軸は頭部

46の正面側(顔)が向く方向に向けられ、視線は正視状態となる。

図3には、ロボット12の内部構成を示すブロック図が示される。図3に示すように、このロボット12は、全体の制御のためにマイクロコンピュータまたはCPU54を含み、このCPU54には、バス56を通して、メモリ58、モータ制御ボード60、センサ入力／出力ボード62および音声入力／出力ボード64が接続される。

メモリ58は、図示しないが、ROM、HDDやRAMを含み、ROMやHDDにはこのロボット12を全体的に制御するためのプログラムおよび発話用音声データ等の各種データが予め書き込まれている。RAMは、一時記憶メモリとして用いられるとともに、ワーキングメモリとして利用される。

10 モータ制御ボード60は、たとえばDSP(Digital Signal Processor)で構成され、各腕や頭部および眼球部等の各軸モータを制御する。すなわち、モータ制御ボード60は、CPU54からの制御データを受け、右肩関節34RのX、YおよびZ軸のそれぞれの角度 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ を制御する3つのモータと右肘関節38Rの軸Wの角度 $\theta_w$ を制御する1つのモータとの計4つのモータ(図3ではまとめて、「右腕モータ」として示す。)

15 6の回転角度を調節する。また、モータ制御ボード60は、左肩関節34LのA、BおよびC軸のそれぞれの角度 $\theta_a$ 、 $\theta_b$ 、 $\theta_c$ を制御する3つのモータと左肘関節38LのD軸の角度 $\theta_d$ を制御する1つのモータとの計4つのモータ(図3ではまとめて、「左腕モータ」として示す。)68の回転角度を調節する。モータ制御ボード60は、また、頭部46のS、TおよびU軸のそれぞれの角度 $\theta_s$ 、 $\theta_t$ 、 $\theta_u$ を制御する3つのモータ(図3ではまとめて、「頭部モータ」として示す。)70の回転角度を調節する。モータ制御ボード

20 60は、また、腰モータ72、および車輪18を駆動する2つのモータ(図3ではまとめて、「車輪モータ」として示す。)74を制御する。さらに、モータ制御ボード60は、右眼球部50Rの $\alpha$ 軸および $\beta$ 軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ(図3ではまとめて、「右眼球モータ」として示す。)76の回転角度を調節し、また、左眼球部50Lの $\alpha$ 軸および $\beta$ 軸のそれぞれの角度を制御する2つのモータ(図3ではまとめて、「左眼球モータ」として示す。)78の回転角度を調節する。

なお、この実施例の上述のモータは、車輪モータ74を除いて、制御を簡単化するためにそれぞれステッピングモータまたはパルスモータであるが、車輪モータ74と同様に、直流モータであってよい。

30 センサ入力／出力ボード62も、同様に、DSPで構成され、各センサやカメラからの信号を取り込んでCPU54に与える。すなわち、超音波距離センサ22の各々からの反射時間に関するデータがこのセンサ入力／出力ボード62を通して、CPU54に入力される。また、全方位カメラ30からの映像信号が、必要に応じてこのセンサ入力／出力ボード62で所定の処理が施された後、CPU54に入力される。眼カメラ52からの映像信号も、同様にして、CPU54に与えられる。なお、この図3では、図2で説明したタ

ッセンサは、まとめて「タッチセンサ80」として表され、それらのタッチセンサ80からの信号がセンサ入力／出力ボード62を介して、CPU54に与えられる。

スピーカ48には音声入力／出力ボード64を介して、CPU54から、合成音声データが与えられ、それに応じて、スピーカ48からはそのデータに従った音声または声が出力される。そして、マイク32からの音声入力が、音声入力／出力ボード64を介して、CPU54に取り込まれる。  
5

通信LANボード84も、同様に、DSPで構成され、CPU54から送られた送信データを無線通信装置86に与え、無線通信装置86から送信データを送信させる。また、通信LANボード84は無線通信装置86を介してデータを受信し、受信データをCPU  
10 54に与える。この実施例では、ロボット12は無線LANを介してシステム10と通信する。

また、CPU54には、バス56を介して、自発的行動データベース(DB)88および反射的行動データベース(DB)90が接続される。

ここで、反射的行動は、たとえばコミュニケーションの最中に対話相手の方に顔を向けたり、触られたらその触られた所を見たりするといった、対話相手である人間14の行動に応じた反応的な動作のことをいう。人間同士のコミュニケーションにおいてはこのような反応動作がしばしば行われており、ロボット12にも反応動作を実行させることによって、人間14とのコミュニケーションをより自然かつ豊かなものとすることができます。一方、自発的行動は、たとえば自分から挨拶したり、辺りを見回したりするといった、自発的に行う動作のことであり、ここでは反射的行動以外の動作のことをいう。  
20

自発的行動DB88には、図4に示すように、自発的行動処理プログラム記憶領域が形成され、このロボット12に自発的行動を行わせるための複数のプログラムが予め登録されている。たとえば、挨拶時に手を振る行動のためのプログラム、行進するように手を振る行動のためのプログラム、辺りをきょろきょろ見回す行動のためのプログラム、お辞儀をする行動のためのプログラム、まっすぐ見る行動のためのプログラム、「こんにちは」と発話する行動のためのプログラム、「ばいばい」と発話する行動のためのプログラム、ある場所へ移動する行動のためのプログラム等が格納されている。また、直接入力実行処理プログラムも格納されている。この直接入力実行処理プログラムは、登録されているプログラムにない動作をロボット12に行わせるためのものであり、後述のようにシステム10  
30 でユーザによって各軸の角度が直接入力された場合に、その入力された値に従った動作を行わせるためのものである。

反射的行動DB90には、図5に示すように、反射的行動処理プログラム記憶領域が形成され、このロボット12に反射的行動を行わせるための複数のプログラムが予め登録されている。たとえば、目の前に人が来たら「どいてね」と発話する行動のためのプログラム、触られたら触られた所を見る行動のためのプログラム、人の顔があれば人の顔の方を  
35

見る行動のためのプログラム等が格納されている。反射的行動は、上述のように反応動作であり、したがって、各反射的行動処理プログラムでは、反射的行動を実行させるための人間の特定の行動を検出することが前提条件として設定されている。

ロボット12は、これら自発的行動DB88および反射的行動DB90に登録された個々の行動プログラムを実行していくことで、人間14との対話行動ないしコミュニケーション行動を行う。

システム10は、上述のようなロボット12に実行させる対話行動の入力を支援するためのものであり、PCやワークステーション等のようなコンピュータが適用される。システム10は、たとえば、CPU, ROM, RAM, HDD, マウスやキーボード等の入力装置、LCD等の表示装置、ロボット12と通信するための無線通信装置等を含む。HDDには、行動入力支援のためのプログラムおよびデータ等が格納されていて、CPUはこのプログラム等に従ってRAMに一時的なデータを生成しつつ処理を実行する。行動入力支援のためのプログラムおよびデータ等は、これらを記憶した種々の公知の情報記憶媒体からシステム10のHDDに格納され得るのは言うまでもない。

また、システム10のHDDには、図6に示すような行動リストテーブルが格納されている。この行動リストテーブルには、ロボット12に実行させる一連の対話行動を構成する個々の行動ないし動作が登録されている。行動リストテーブルの各行動は、ロボット12の自発的行動DB88および反射的行動DB90に登録されている各行動のプログラムに対応している。このシステム10では、この行動リストテーブルに登録されている複数の行動の中から、行動を順に選択し指定していくことによって、ロボット12に実行させる対話行動が作成される。

行動リストテーブルでは、各行動の識別子に関連付けて、たとえば、当該行動の実行される部位に関する情報、表示用のテキスト、および当該行動の属性を示す情報が登録される。行動の実行される部位は、たとえば右手、左手、頭部および発話に分類される。なお、ここでは、部位はロボット12の動作を分かり易く分類するためのものであるので、発話も部位の1つとする。行動の属性は、その行動が自発的行動であるか反射的行動であるかを示す。各行動は、識別子によって、ロボット12の自発的行動DB88および反射的行動DB90に登録されている各行動を実行するためのプログラムに対応付けられる。

図6の例では、たとえば、右手（上腕36R, 前腕40R）の行動として、挨拶時の手を振る行動、行進するように手を振る行動等が登録されるとともに、直接入力による行動も登録されている。直接入力による行動は、ユーザによって直接入力された各軸（右手の場合はX, Y, Z, W軸）の角度データに従ってその部位を動作させるものである。この直接入力による行動は自発的行動に分類される。なお、その部位の行動を行わない場合に指定する「なし」も登録されている。左手（上腕36L, 前腕40L）の行動としては、右手の行動と同様な行動が登録される。左手の直接入力による行動では、A, B, C, D

軸の角度データが入力される。また、頭部46の行動としては、人の顔の方を見る（アイコンタクト）行動、触られた所を見る行動等の反射的行動や、辺りを見回す行動、お辞儀する行動、まっすぐ見る行動等の自発的行動が登録される。頭部の直接入力による行動では、S、T、U軸の角度データが入力される。また、発話行動としては、目の前の人へ来て「どいてね」と発話する行動等の反射的行動や、「こんにちは」と発話する行動、「ばいばい」と発話する行動等の自発的行動が登録される。

図7には、ロボット12に実行させる行動を選択するための選択入力画面の一例が示される。この選択入力画面には、登録行動リストを表示する行動リスト欄92が設けられる。行動リスト欄92では、たとえば、右手、左手、頭部および発話等の部位ごとのリストボックスが表示され、各リストボックスでは、行動リストテーブルに基づいて、複数の行動がそれぞれの部位ごとに分類されて選択項目として文字で表示される。

リストボックスでは、マウス等でボタンを操作することによって、その部位の行動が複数表示され、ユーザはそのリストから1つの行動を選択することができる。つまり、登録されている自発的行動および反射的行動、ならびにその部位の行動なしを選択することができ、また、右手、左手および頭部については直接入力も選択することができる。このように、複数の行動を部位ごとに分類してリスト化し表示することによって、ユーザに対して複数の行動を分かり易く提示できるので、ユーザは所望の行動の入力を容易に行うことができる。

行動リスト欄92の上側には、リストボックスで直接入力が指定されたときに各軸の角度を入力するための直接入力欄94が設けられる。この図7の例では、マウス等でスライダ94aを目盛り94bに沿って移動させることによって各軸の角度を指定することができる。たとえば左手の動作を直接入力によって指定する場合には、行動リスト欄92において左手のリストボックスで直接入力を選択するとともに、直接入力欄94においてA、B、C、D軸のスライダ94aをそれぞれ適宜の位置に設定することによって、各軸の角度を指定することができる。なお、各軸の角度の設定は、数値入力等によって行われてもよい。

また、行動リスト欄92および直接入力欄94の左側には、ロボット12の動作を画像で表示するための画像欄96が設けられる。この画像欄96では、たとえばワイヤーフレームモデルで描かれたロボット12の正面図、側面図、上面図、斜視図等が表示される。ユーザが行動リスト欄92で行動を選択指定した場合は直接入力欄94で角度を指定すると、この画像欄96においてロボットがその動作をした状態の姿に変化される。したがって、ユーザは、選択した行動によってロボット12が実際にどのような格好になるのかをこの画像欄96で事前に確認することができる。

また、ユーザは行動リスト欄92で行動を選択指定し、または直接入力欄94で角度を指定した後、入力装置で決定ボタン98を操作することによって、その選択指定した行動

を、実際にロボット12に実行させる行動として決定することができる。この実施例では、この選択決定された行動の実行指令がロボット12に送信され、ロボット12ではその行動のプログラムが処理されることによって、ロボット12が実際にその行動を実行する。したがって、ユーザは、画像欄96だけでなく、実際のロボット12によって、決定した行動を確認することができる。

なお、図7の行動リスト欄92では、移動行動を選択してその設定を行う部分を省略している。また、この移動行動に関しては、その行動の性質上、画像欄96での動作の表示も行われない。

ユーザは、この選択入力画面で行動の選択指定および決定を繰り返し行うことによって、ロボット12に行わせる対話行動を作成していく。このような作成作業は、選択入力画面の画像欄96の画像とともに、ロボット12を実際に人間14を相手に動作させることで確認しながら進めることができるので、対話行動の作成を大変容易に行うことができる。

また、このシステム10では、選択決定された行動は、再生動作情報の生成のために、行動の入力履歴としてRAMに一時記憶される。選択入力画面での作業が進められることによって、システム10のRAMには決定された一連の行動が入力履歴情報として蓄積される。そして、入力終了ボタン100が操作されることによって、入力履歴に基づいてその対話行動を再生するための再生動作情報が生成される。生成された再生動作情報は、再生動作DB102(図1)に保存される。

また、この実施例のシステム10では、再生動作DB102に登録された再生動作情報の中から実行すべき再生動作情報を指定し、その再生を指示することによって、再生動作情報の実行指令をロボット12に送信する。これに応じて、ロボット12ではその再生動作情報が再生されることによって、ユーザに入力された対話行動が実現される。

再生動作情報には、自発的行動だけでなく反射的行動も含まれているので、ロボット12の実行する対話行動には、人間14の行動に応じた反応動作も含まれることとなる。つまり、再生動作情報に従った行動を実行しているロボット12に対して、対話相手である人間14が、反射的行動を起動させる前提条件を満足するような行動をとった場合には、ロボット12はその反射的行動を実行することとなり、人間14に対してその人間14の行動に応じた反応動作が提示される。したがって、より自然で多様な対話行動ないしコミュニケーション行動をロボット12によって実現することができる。

図8にはシステム10の動作の一例が示される。このシステム10のCPUは、ステップS1で、ユーザによる操作またはプログラム等に基づいて、無線通信装置を介してロボット12に起動命令を送信する。ロボット12では、この起動命令に応じて所定のプログラムが起動され、たとえばシステム10からの指令データの送信を待機する状態にされる。

次に、ステップS3で、行動の入力をどうか否か判断される。このステップS3で“YES”であれば、つまり、たとえばユーザの入力装置の操作によって行動の入力が指示さ

れた場合には、続くステップS 5で、図7に示したような選択入力画面を表示装置に表示させる。

選択入力画面では、上述のように、ユーザの入力装置の操作に応じて、ロボット12に実行させる行動が行動リスト欄92または直接入力欄94で指定されて決定ボタン98で決定される。ユーザは、一連の対話行動の作成のために行動の選択指定および決定を繰り返しを行い、入力終了ボタン100を操作することで行動入力を終了することができる。

ステップS 7では、反射的行動が選択されたか否かを判断する。具体的には、行動リストテーブルを参照して、決定された行動の属性が反射的行動であるか否かを判断する。このステップS 7で“YES”であれば、続くステップS 9で、選択された反射的行動の実行指令をロボット12に送信する。送信される実行指令データは、たとえば選択された反射的行動を示す識別子等を含む。ロボット12では、この実行指令に応じて、対応する反射的行動の処理プログラムが起動されて、その反射的行動が実行されることとなる。なお、図示はしていないが、決定された反射的行動は、入力履歴情報としてRAMに一時記憶される。ステップS 9を終了するとステップS 7に戻る。

一方、ステップS 7で“NO”であれば、ステップS 11で、自発的行動が選択されたか否かを判断する。具体的には、行動リストテーブルを参照して、決定された行動の属性が自発的行動であるか否かを判断する。このステップS 11で“YES”であれば、続くステップS 13で、選択された自発的行動の実行指令をロボット12に送信する。送信される実行指令データは、たとえば選択された自発的行動を示す識別子等を含む。ロボット12では、この実行指令に応じて、対応する自発的行動の処理プログラムが起動されて、その自発的行動が実行されることとなる。なお、既に述べたように、直接入力による行動はこの自発的行動に含まれる。直接入力による行動の場合には、送信される実行指令には、その識別子および入力された各軸の角度データ等が含まれる。また、図示はしていないが、決定された自発的行動は、入力履歴情報としてRAMに一時記憶される。ステップS 13を終了するとステップS 7に戻る。

また、ステップS 11で“NO”であれば、ステップS 15で、入力終了であるか否かを判断する。このステップS 15で“NO”であれば、ステップS 7へ戻って処理を繰り返す。一方、ステップS 15で“YES”であれば、つまり、たとえば入力終了ボタン100が操作された場合には、続くステップS 17で、入力履歴情報に基づいて再生動作データを生成して再生動作DB102に格納する。再生動作データの詳細は後述するが、再生動作データでは、たとえば、各行動は入力順にその識別子によって記述され、部位および属性等に関する情報を含み、また、直接入力による行動の場合には入力された角度データも含まれる。

ステップS 17を終了し、または、ステップS 3で“NO”であれば、ステップS 19で、行動の再生であるか否かを判断する。このステップS 19で“YES”であれば、つ

まり、たとえばユーザの入力装置の操作によって行動の再生が指定された場合には、ステップS 2 1で、実行すべき再生動作データを再生動作DB 1 0 2から読み出す。実行すべき再生動作データは、たとえば再生動作DB 1 0 2に格納されている再生動作のリストを表示してユーザに選択させる。続いて、ステップS 2 3で、読み出した再生動作データの実行指令をロボット1 2に送信する。ロボット1 2では、この実行指令に応じて、再生動作データが再生されて、一連のコミュニケーション行動が実行されることとなる。

10 ステップS 2 3を終了し、または、ステップS 1 9で“NO”であれば、ステップS 2 5で、ユーザの入力装置の操作によって終了が指示されたか否かを判断し、“NO”であれば、ステップS 3に戻り、一方、“YES”であれば、この入力支援のための処理を終了する。

15 図9には、システム1 0によって生成され再生動作DB 1 0 2に格納された再生動作データの一例が示される。再生動作データはシナリオのようなものであるが、自発的な動作だけでなく反応動作も含まれている。この図9の再生動作データ1は、たとえば客席の間から舞台に出て「こんにちは」と挨拶するビハイビアを実行させるものである。なお、再生動作データは、たとえば各行動が実行順にその識別子によって記述される。この図9では示していないが、部位および属性等に関する情報も含まれ、また、直接入力による行動の場合には入力された角度データも含まれる。

20 この再生動作1では、舞台に到着するまでの行動、舞台での行動、および舞台から帰る行動が設定されている。まず、舞台に到着するまでの行動は、ドアを抜けて通路を移動する行動、行進するように手を振る行動および辺りをきょろきょろ見回す行動を含み、これらは自発的行動である。そして、移動する行動の反射的行動として、目の前の人人が来たら「どいてね」と発話する行動が設定され、行進するように手を振る行動の反射的行動として、触られたら触られた所を見る行動が設定され、さらに、辺りをきょろきょろ見回す行動の反射的行動として、人の顔があれば人の顔の方を見る行動が設定されている。各行動に対応するプログラムは、舞台に到着するまで繰り返し処理される。したがって、ロボット1 2は、単に移動、手振り、見回しといった自発的行動を実行するだけでなく、前提条件を満たすような人間の特定の行動を検知した場合にはその行動に応じた反応動作すなわち反射的行動を実行することとなる。次に、舞台に到着した後の舞台での行動は、挨拶およびお別れを含む。挨拶は、「こんにちは」と発話する行動、およびお辞儀をする身振りを含み、その後のお別れは、「ばいばい」と発話する行動、および手を振る行動を含む。これらはいずれも自発的行動である。最後に、舞台から帰る行動は、舞台から通路を通って移動する行動、行進するように手を振る行動、およびまっすぐ出口のほうを見る行動を含み、これらは自発的行動である。そして、舞台に到着するまでの行動と同様に、移動する行動の反射的行動として、目の前の人人が来たら「どいてね」と発話する行動が設定され、手を振る行動の反射的行動として、触られたら触られた所を見る行動が設定され、まっすぐ見

る行動の反射的行動として、人の顔があれば人の顔の方を見る行動が設定される。舞台から帰る行動における各行動に対応するプログラムは、出口に到着するまで繰り返し処理される。そして、最後に、出口の位置に到着した場合にこの再生動作1の再生を終了させるための終了指令が記述されている。

5 上述のような再生動作データや行動入力時の各行動の実行指令に基づいたロボット12の行動の実行は、図10に示すようなフロー図に従って処理される。ロボット12のCPU54は、図10の最初のステップS41で、まず、システム10からの送信された指令データを、無線通信装置86および通信LANボードを介して取得する。次に、ステップS43で、その指令データを解析する。指令データは、上述のように、たとえば再生動作データの実行指令であり、あるいは行動入力時の個々の行動の実行指令である。再生動作データの場合には、記述された順序に従って複数の行動を実行していくこととなる。

10 15 そして、ステップS45では、属性情報等に基づいて、実行すべき行動が反射的行動であるか否かを判断し、“YES”であれば、ステップS47で、識別子に基づいて、対応する反射的行動のプログラムを反射的行動DB90からメモリ58の作業領域にロードして、その反射的行動のプログラムに基づいて処理を実行する。したがって、その反射的行動を実行させる前提条件が満足されている場合には、ロボット12によって反射的行動が実行され、対話相手である人間14にその動作が提示されることとなる。ステップS47の処理を終了すると、ステップS45へ戻る。

20 このステップS47の反射的行動の実行処理の一例として、図11には、人の顔の方を見る行動の実行処理の詳細を示す。図11の最初のステップS61で、ロボット12のCPU54は、CCDカメラ（眼カメラ52）の画像を読み込み、ステップS63でその画像中に人の顔があるか否かを判断する。ステップS63で“NO”であれば、つまり、取得した画像中に人の顔がないと判断された場合には、ステップS65で、予め設定された正面上向きに該当する角度 $\theta_s$ ,  $\theta_u$ の値をS軸, U軸の角度制御データとしてモータ制御ボード60に送り、これによってS軸, U軸の頭部モータ70を制御し、頭部46を人の顔のありそうな方向に向けさせる。一方、ステップS63で“YES”であれば、つまり、取得した画像中に人の顔を検出した場合には、ステップS67で、その検出した人の顔の方向に該当する角度 $\theta_s$ ,  $\theta_u$ の値を算出し、算出した $\theta_s$ ,  $\theta_u$ の値をS軸, U軸の角度制御データとしてモータ制御ボード60に送り、これによってS軸, U軸の頭部モータ70を制御し、頭部46を人の顔のある方向に向けさせる。ステップS65またはステップS67の処理を終了すると、この反射的行動の実行処理を終了して、この場合図10のステップS45へ戻る。

30 一方、ステップS45で“NO”であれば、ステップS49で、属性情報等に基づいて、実行すべき行動が自発的行動であるか否かを判断する。このステップS49で“YES”であれば、ステップS51で、識別子に基づいて、対応する自発的行動のプログラムを自

発的行動DB88からメモリ58の作業領域にロードして、その自発的行動のプログラムに基づいて処理を実行する。なお、直接入力による行動の場合には、直接入力実行処理プログラムおよび入力された角度データ等に基づいて処理される。したがって、ロボット12によってその自発的行動が実行され、対話相手である人間14にその動作が提示される。

- 5 ステップS51の処理を終了するとステップS45へ戻る。

他方、ステップS49で“NO”であれば、ステップS53で終了指令であるか否かを判断する。このステップS53で“NO”であればステップS45へ戻り、“YES”であれば、実行すべき行動がすべて実行されたので、この処理を終了する。

この実施例によれば、人間の行動に応じた反射的行動を含んだ複数の行動のリストを表示して、ユーザに選択させるようにしているので、対話行動を構成する1つ1つの行動を簡単に入力することができ、ロボット12の対話行動を簡単に入力して生成することができる。生成された対話行動には、自発的な行動だけでなく反射的行動（反応動作）が含まれるので、再生中に人間の特定の行動があった場合にはそれに応じた反射的行動を起動させることができ、したがって、より自然で多様な対話行動をロボット12に容易に実現させることができる。

なお、上述の実施例では、行動リストを文字で表示するようにしているが、たとえばその行動の特徴を示す図柄のアイコン等を用いて表示するようにしてもよい。

また、上述の各実施例では、再生動作データをシステム10からロボット12に送信することで対話行動を再生させるようにしているが、ロボット12内に設けた再生動作DB20にシステム10で作成した再生動作データを予め登録しておいて、その再生動作データによってロボット12に対話行動を実行させるようにしてもよい。

また、上述の各実施例では、人間の行動に応じた反応動作を含んだ対話行動の入力を支援するようになっていたが、次に示す他の実施例では、感情表現を含んだ感情的な対話行動の入力を支援することができる。

25 図12には、この他の実施例のシステム10の表示装置に表示される選択入力画面の一例が示される。この選択入力画面では、ロボット12の行動に付与したい感情表現が選択可能に表示される。つまり、たとえば、行動リスト欄92には、感情表現を選択するためのリストボックスがさらに設けられる。この感情表現のリストボックスでは、感情表現リスト（図13）に基づいて、複数の感情表現が選択項目として文字等で表示される。

30 システム10のHDDなどの記憶装置には、行動リストデータと同様に、図13に示すような感情表現リストデータが格納されていて、この感情表現リストデータには、ロボット12の行動に付与する複数の感情表現に関する情報が識別子に対応付けて登録されている。感情表現としては、感情表現の付与を行わない「感情表現なし」と共に、たとえば喜び、悲しみ、怒り、恐れ、嫌悪、好奇心などの基本的な感情が用意される。

35 ユーザは、図12に示すような選択入力画面で、マウス等の入力装置を操作して、1つ

の感情表現を選択指定することによって、ロボット12に実行させる行動に付与したい感情表現を選択することができる。このように、複数の感情表現をリスト化し表示することによって、ユーザに対して複数の感情表現を分かり易く提示できるので、ユーザは所望の感情的な行動の入力を容易に行うことができる。

5 なお、準備される感情表現としては、上記の例に限られず、感情的な表現に関して更なる拡張が考えられる。たとえば、顔表情に関してはEkmanによって定義された6基本表情、すなわち、幸せ、怒り、驚き、悲しみ、恐れ、嫌悪がよく知られている。また、「A.R. ホックシールド（著）、石川准、室伏亜紀（訳）、「管理される心 - 感情が商品になるとき」、世界思想社、2000」では、次のような感情が命名されている：寂しさ、ノスタルジア、憂鬱、欲求不満、怒り、恐れ、憤慨、嫌悪感、軽蔑、罪悪感、苦悩、羨み、嫉妬、愛情、同情、哀れみ、当惑、羞恥心、不安など。

10 また、図14には、この実施例の行動リストテーブルの内容の一例が示される。この実施例の行動リストでは、各行動の識別子に対応付けて、当該行動に対しての感情表現の付与の適否を判定するための情報がさらに登録されている。この実施例では、当該行動への付与が禁止されている、すなわち、当該行動にとって不適当な感情表現を示す情報が登録される。この情報は、行動ないし動作そのものが本来持っている感情表現と、ユーザによって追加される感情表現とが矛盾してしまうことを防ぐために設けられる。

15 たとえば、泣く動作は悲しくてなされるものであり、この「泣く」動作に、「喜び」表現を付加することは矛盾する。したがって、「泣く」動作には、禁止された感情として「喜び」が登録される。また、ガッツポーズはうれしくてなされるものであり、この「ガッツポーズ」動作に、「悲しみ」や「怒り」表現を付加することは矛盾する。したがって、「ガッツポーズ」動作には、禁止された感情として「悲しみ」、「怒り」が登録される。一方、「手を振って歩く」動作、「握手」動作、「挨拶」動作、「同意」動作、または「お辞儀をする」動作など、どのような感情表現も問題ない動作には、不適当な感情表現は無いことを示す情報が登録される。

20 なお、図14の例では、禁止された感情を登録するようにしているが、行動リストには、当該行動への付与が許可されている感情表現を示す情報が登録されてもよい。

25 システム10では、ユーザによって感情表現が選択されるとき、この禁止された感情表現を示す情報に基づいて、選択されている行動に付与してもよい感情表現であるか否かが判別される。選択された感情表現が選択されている行動に対して不適当であると判別されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与が許可されず、たとえばユーザの感情表現の選択がリセットされて感情表現の再選択が促される。

一方、ロボット12は、感情的な行動を実行するために、感情表現行動データベース(DB)104をさらに備えている。感情表現行動DB104には、図15に示すように、感情表現行動処理プログラム記憶領域が設けられ、このロボット12に感情表現行動を行わ

せるための複数のプログラムが予め登録されている。大きく分けて、感情的な反応動作を実行するためのプログラムと、感情補正変換を実行するためのプログラムとが記憶される。

具体的には、感情的な反射的行動処理プログラムとして、喜んで同意する行動のための

- 5 プログラム、嫌そうに同意する行動のためのプログラム、おびえる行動のためのプログラムなどが記憶される。「喜んで同意」動作では、ロボット12は、同意対象すなわち対話相手の発話とピッチを同調させて同じ言葉を発話して、うなずく。ここで、ピッチを同調させるとは、同じような調子でピッチが変化することを意味し、たとえば対話相手である人間14が「遊ぼう↑」と尻上がりに発話した場合には、ロボット12も「遊ぼう↑」と尻上がりに発話する。一方、「嫌そうに同意」動作では、ロボット12は、対話相手の発話と  
10 ピッチを同調させずに下げる同じ言葉を発話し、うなずく。ピッチを揃わせないことで、反対のニュアンスを生じさせ、嫌さを表現する。たとえば人間14が「遊ぼう↑」と尻上がりに発話した場合には、ロボット12は「遊ぼうか↓」と尻下がりに発話する。また、「おびえる」動作では、ロボット12は対象から目をそらす。

このように、感情的な反応動作のそれぞれは、この実施例では、感情表現を含んだ動作を行うように予め作られたそれぞれのプログラム（感情的な反射的行動処理プログラム）

15 によって実行される。システム10の選択入力画面で別々に選択される反射的行動と感情表現とを感情的な反射的行動処理プログラムに対応付けるために、ロボット12のメモリ58には図16に示すような感情的な反射的行動のリストが記憶されている。このリストデータでは、感情的な反射的行動のそれについて、当該感情的な反射的行動の識別子  
20 に対応付けて、反射的行動（感情表現なし）および感情表現を示す情報が記憶される。感情的な反射的行動の識別子のそれぞれは、感情表現行動DB104に記憶されている感情的な反射的行動処理プログラムのそれに対応付けられている。また、反射的行動を示す情報は、たとえば行動リスト（図14）における識別子であり、感情表現を示す情報は、たとえば感情表現リスト（図13）における識別子である。したがって、この感情的な反射的行動のリストに基づいて、ユーザによって選択された感情的な反射的行動を特定する  
25 ことができる。

図15に戻って、感情表現行動DB104には、感情的な反射的行動処理プログラムとして準備される行動以外の行動に対して感情表現を追加するためのプログラム、すなわち、

30 感情補正変換プログラムが記憶される。具体的には、喜び、悲しみ、怒り等の感情表現を追加するためのプログラムがそれぞれ記憶されており、各感情補正変換プログラムは、感情表現リスト（図13）の各識別子に対応付けられている。感情補正変換プログラムは、行動に感情表現を付与するために、行動を実現するための制御データを、当該感情表現に応じた制御データに変換する。具体的には、行動が身振りを伴う場合には、ロボット12の各軸モータの角度制御データが変換される。また、発話を伴う場合には、出力する音声のピッチや話速などを制御するための音声制御データが変換される。

具体的には、「喜び」の補正変換では、動きが大きくなる（たとえば1.5倍程度）ように各軸の角度制御データが変換され、音声のピッチが高くなるように音声制御データが変換される。また、「悲しみ」の補正変換では、動きが小さくなる（たとえば0.8倍程度）とともに、頭部46が下向きになる（たとえば-15度程度）ように、各軸の角度制御データが変換され、音声のピッチが低くなるように音声制御データが変換される。また、「怒り」の補正変換では、動きが素早くなるように各軸の角度制御データが変換され、音声のピッチが低くなりかつ話速が速くなるように音声制御データが変換される。

このような変換された制御データに基づいて、各軸モータが駆動され、または、ピッチや話速などの変化された音声がスピーカ48から出力されることによって、感情表現の付与された行動が実現される。

たとえば、「挨拶」行動に対して、喜びが付与された場合には、ロボット12は、「こんにちは（高いピッチで）」と言って、勢い良く（大きな身振りで）お辞儀をする。悲しみが付与された場合には、ロボット12は、「こんにちは（低いピッチで）」と言って、小さくうつむきがちにお辞儀をする。怒りが付与された場合には、ロボット12は、「こんにちは（低いピッチかつ早口で）」と言って、素早くお辞儀をする。また、「手を振って歩く」行動に対して、喜びが付与された場合には、ロボット12は大きく手を振って歩く。悲しみが付与された場合には、ロボット12は小さく手を振ってうつむいて歩く。怒りが付与された場合には、ロボット12は速い速度で手を振って歩く。また、「握手」行動に対して、喜びが付与された場合には、ロボット12は「握手しよう（高いピッチで）」と言って、大きく手を前に出す。悲しみが付与された場合には、ロボット12は「握手しよう（低いピッチで）」と言って、うつむいて小さく手を前に出す。怒りが付与された場合には、ロボット12は「握手しよう（低いピッチかつ早口で）」と言って、素早く手を前に出す。

このように、感情表現ごとの感情補正変換を施すことによって感情表現に応じた制御データを生成して感情的な行動を実現するようにしたので、各行動に対して、各感情表現を予め取り入れた個別のプログラムを準備する手間を省くことができるし、感情表現行動DB104の容量を小さく抑えることができる。

図17にはシステム10の行動入力時の動作の一例が示される。ユーザによって行動入力が指示されたとき、システム10のCPUは、図17の最初のステップS5で、図12に示すような選択入力画面を表示装置に表示する。

なお、この図17のステップS5の処理は、上述した図8のステップS5の処理と同様であるので、同じ参照符号が付されている。なお、以下の各フロー図では、上述したフロー図における処理と同様の処理には、同一の参照符号を付して、重複する詳細な説明を省略することがある。

次に、ステップS71で、ユーザの操作入力に応じて、ユーザによる行動の選択入力データをRAMの所定領域に記憶する。たとえば、右手、左手、頭部、発話の各部位に関し

て、ユーザによって選択指定された各行動の識別子が記憶され、直接入力の場合には角度データがさらに記憶される。

ステップS 7 3では、感情表現が選択されたか否かを判断する。ステップS 7 3で“YES”であれば、ステップS 7 5で、選択された感情表現が、選択されている行動に対して不適当な感情表現であるか否かを、行動リストデータ（図14）に基づいて判断する。ステップS 7 5で“NO”であれば、つまり、選択された感情表現が、選択されている行動について禁止された感情表現として行動リストデータに登録されていない場合等には、当該感情表現を当該行動に対して付与することができる、ステップS 7 7で、選択された感情表現の識別子を入力データとしてRAMの所定領域に記憶する。

一方、ステップS 7 5で“YES”であれば、ステップS 7 9で、ユーザが選択しようとしている感情表現は選択している行動に対して選択不可であることを、たとえば文字表示や音声出力等によって報知する。そして、ステップS 8 1で、ユーザによる感情表現の選択をリセットし、たとえば選択入力画面の感情表現の選択欄をデフォルト（感情表現なし等）に戻す。このようにして、ユーザに対して選択中の行動に対する当該感情表現の選択が不適当であることを伝達して、別の感情表現の再選択を促す。

また、ステップS 7 3で“NO”である場合、ステップS 7 7またはステップS 8 1を終了すると、ステップS 8 3で、ユーザの操作に応じてロボット12に実行させる行動が決定されたか否かが判断される。このステップS 8 3で“YES”であれば、つまり、決定ボタン98が操作された場合には、続くステップS 8 5で、選択決定された行動が反射的行動であるか否かを行動リストデータに基づいて判断する。

ステップS 8 5で“YES”であれば、つまり、当該行動の属性が反射的行動である場合には、ステップS 8 7で、感情表現付きの行動であるかどうかを判断する。このステップS 8 7で“NO”であれば、つまり、選択された感情表現の情報として、感情表現なしを示す識別子がRAMの所定領域に記憶されている場合には、ステップS 8 9で、選択決定された反射的行動の実行指令をロボット12に送信する。たとえば、当該反射的行動を示す識別子、当該行動の属性および部位などに関する情報、および感情表現なしを示す識別子などを含む指令データが送信される。なお、ロボット12では、この実行指令に応じて、該当する反射的行動の処理プログラムが起動される。

一方、ステップS 8 7で“YES”であれば、つまり、選択された感情表現の情報として、いずれかの感情表現を示す識別子がRAMの所定領域に記憶されている場合には、ステップS 9 1で、選択決定された感情的な反射的行動の実行指令をロボット12に送信する。たとえば、当該反射的行動を示す識別子、当該行動の属性および部位などに関する情報、および当該感情表現を示す識別子などを含む指令データが送信される。なお、ロボット12では、この実行指令に応じて、該当する感情的な反射的行動の処理プログラムが起動される。

続いて、ステップS 9 3では、入力履歴をRAMの所定領域に記憶する。つまり、たとえば、決定された反射的行動の識別子、当該行動の属性および部位などに関する情報、および感情表現に関する識別子などを入力履歴として記録する。

一方、ステップS 8 5で“NO”であれば、ステップS 9 5で、選択決定された行動が5  
自発的行動であるか否かを行動リストデータに基づいて判断する。このステップS 9 5で  
“YES”であれば、つまり、当該行動の属性が自発的行動である場合には、ステップS  
9 7で、感情表現付きの行動であるかどうかを判断する。ステップS 9 7で“NO”であ  
れば、ステップS 9 9で、選択決定された自発的行動の実行指令をロボット1 2に送信す  
る。たとえば、当該自発的行動を示す識別子、当該行動の属性および部位などに関する情  
10 報、感情表現なしを示す識別子、入力された角度データ（直接入力の場合）などを含む指  
令データが送信される。なお、ロボット1 2では、この実行指令に応じて、該当する自発  
的行動の処理プログラムが起動される。

一方、ステップS 9 7で“YES”であれば、ステップS 1 0 1で、感情的な自発的行  
動の実行指令をロボット1 2に送信する。たとえば、当該自発的行動を示す識別子、当該  
15 行動の属性および部位などに関する情報、当該感情表現を示す識別子、入力された角度デ  
ータ（直接入力の場合）などを含む指令データが送信される。なお、ロボット1 2では、  
この実行指令に応じて、該当する感情補正変換プログラムおよび自発的行動処理プログラ  
ムが起動される。

続いて、ステップS 1 0 3では、入力履歴をRAMの所定領域に記憶する。つまり、た  
20 とえば、決定された自発的行動の識別子、当該行動の属性および部位などに関する情報、  
および感情表現に関する識別子、入力された角度データ（直接入力の場合）などを入力履  
歴として記録する。

なお、ステップS 9 3またはステップS 1 0 3を終了すると、処理はステップS 1 5へ  
進む。また、ステップS 9 5で“NO”的場合、あるいは、ステップS 8 3で“NO”的  
25 場合にも、処理はステップS 1 5へ進む。

ステップS 1 5では、入力終了ボタン1 0 0が操作されたか否かを判断し、“NO”であ  
れば、ステップS 7 1へ戻って、次の行動の入力についての処理を繰り返す。一方、ステ  
ップS 1 5で“YES”であれば、ステップS 1 0 5で、RAMの所定領域に記憶されて  
いる入力履歴情報に基づいて再生動作データを生成して再生動作D B 1 0 2に格納する。

30 この実施例で生成される再生動作データは、上述した実施例と同様であるが、さらに各  
行動の感情表現に関する情報（識別子）を含む。図18には、再生動作D B 1 0 2に格納  
された感情表現を含む再生動作データNの一例が示される。このシナリオは、たとえば挨  
拶して握手するビヘイビアを実行させるものである。まず、挨拶が設定され、その感情表  
現として無しが設定される。挨拶行動では、ロボット1 2は「こんにちは」と言ってお辞  
儀をする。また、その反射的行動として、感情表現のないアイコンタクトが設定される。  
35

次に、握手が設定され、その感情表現として喜びが設定される。喜びの付与された握手行動では、上述のように、ロボット12は、「握手しよう（高いピッチで）」と言って、大きく手を前に出す。また、その反射的行動として、同意が設定され、その感情表現として喜びが設定される。喜びの付与された同意行動では、後述するように、同意対象からの発話があった場合、ロボット12は、ピッチを同調させて同じ単語を発話して、うなずく。そして、最後にこのシナリオの再生を終了させるための終了指令が記述されている。

図19には、システム10の再生時の動作の一例が示される。ユーザの操作によってシナリオの再生が指示された場合には、システム10のCPUは、図19の最初のステップS111で、再生動作DB102に格納されている再生動作のリストを表示装置に表示する。続いて、ステップS113で、ユーザの操作に応じて、選択された再生動作データを再生動作DB102から読み出す。そして、ステップS23で、読み出した再生動作データの実行指令をロボット12に送信する。なお、ロボット12では、この実行指令に応じて、再生動作データが再生されて、反応動作および感情表現を含んだ一連のコミュニケーション行動が実行されることとなる。

図20には、ロボット12の動作の一例が示される。ロボット12のCPU54は、ステップS41でシステム10からの指令データを取得し、ステップS43でその指令データを解析する。そして、ステップS45で、実行すべき行動が反射的行動であるか否かを判断する。

ステップS45で“YES”であれば、ステップS121で感情表現付きの行動であるか否かを判断する。システム10から送信される指令データには、実行すべき行動について感情表現に関する情報（識別子）が含まれるので、この情報に基づいて判断がなされる。ステップS121で“NO”であれば、つまり、たとえば、当該行動について感情表現なしを示す識別子が記述されている場合には、続くステップS47で、反射的行動の識別子に基づいて反射的行動DB90から該当する反射的行動の処理プログラムを読み出し、この読み出したプログラムに基づいて、処理を実行する。ステップS47を終了すると、処理はステップS45へ戻る。

一方、ステップS121で“YES”であれば、つまり、たとえば、当該行動についていずれかの感情表現を示す識別子が記述されている場合には、ステップS123で、該当する感情的な反射的行動の処理プログラムを感情表現行動DB104から読み出して、この読み出したプログラムに基づいて処理を実行する。指令データには反射的行動の識別子および感情表現の識別子が含まれるので、メモリ58または感情表現行動DB104に記憶された感情的な反射的行動のリストデータ（図16）に基づいて、実行すべき感情的な反射的行動の処理プログラムが特定される。したがって、その感情的な反射的行動を実行させる前提条件が満足されている場合には、ロボット12によって当該行動が実行され、対話相手である人間14にその感情的な反応動作が提示されることとなる。ステップS1

23を終了すると、処理はステップS45へ戻る。

このステップS123の感情的な反射的行動の実行処理の一例として、図21には、「喜んで同意」行動の実行処理の詳細が示される。図21の最初のステップS141で、ロボット12のCPU54は、マイク32および音声入力／出力ボード64を介して、音声情報をメモリ58に読み込む。この対話相手からの音声情報の取得は、たとえば所定時間が経過するまで継続して行われる。

次に、ステップS143で、読み込んだ音声情報に対して音声認識を施す。ロボット12は音声認識機能を備えており、メモリ58には対話相手の発した言葉（音声）を音声認識するための辞書（音声認識用辞書）が記憶されている。音声認識用辞書内の音声データと取得した音声情報を、たとえばDPマッチングあるいはHMM（隠れマルコフモデル）などの公知の方法により比較し、同意対象の発話した内容（単語ないし言葉）を特定する。

そして、ステップS145で、同意対象の発した単語が、メモリ58内の発話用音声データ中に存在するか否かを判断する。ステップS145で“NO”であれば、つまり、対話相手の発した単語と同じ単語の音声データを記憶していない場合には、この行動の実行処理を終了する。

一方、ステップS145で“YES”であれば、ステップS147で、S軸、U軸に現在の角度よりも下向きになる角度 $\theta_s$ 、 $\theta_u$ の値を送る。つまり、モータ制御ボード60に角度制御データを与えて、頭部モータ70のS軸モータおよびU軸モータを制御し、頭部46を一旦下方向に向けて、うなずき動作を行わせる。そして、ステップS149で、同意対象の発した単語と同じ音声のピッチを、同意対象に同調するように変換して再生する。つまり、たとえば、ステップS143の音声認識処理で取得した同意対象の発話のピッチに関する情報に基づいて、出力する音声のピッチが同意対象の音声のピッチと同じような調子で変化するように、音声制御データを変換する。そして、この変換された音声制御データと同じ単語の音声データとを音声入力／出力ボード64に与えて、スピーカ48からその音声を出力する。

図20に戻って、ステップS45で“NO”であれば、ステップS49で、実行すべき行動が自発的行動であるか否かを判断する。ステップS49で“YES”であれば、ステップS125で感情表現付きの行動であるか否かを判断する。ステップS125で“NO”であれば、つまり、たとえば、当該行動について感情表現なしを示す識別子が記述されている場合には、続くステップS51で、自発的行動の識別子に基づいて自発的行動DB88から該当する自発的行動の処理プログラムを読み出し、この読み出したプログラムに基づいて、処理を実行する。ステップS51を終了すると、処理はステップS45に戻る。

一方、ステップS125で“YES”であれば、つまり、たとえば、当該行動についていずれかの感情表現を示す識別子が記述されている場合には、ステップS127で、感情補正変換処理を実行する。このステップS127の処理では、感情表現の識別子に基づい

て、感情表現行動DB104から該当する感情補正変換プログラムが読み出され、この読み出されたプログラムに基づいて感情補正変換が処理される。具体的には、ロボット12の行動を実現するための制御データに、選択された感情表現に応じた変化が与えられる。この感情補正変換処理の動作の一例が、図22に詳細に示される。

5 図22の最初のステップS161で、ロボット12のCPU54は、実行すべき行動の動き（身振り）の制御データおよび発話の制御データをメモリ58の所定領域または自発的行動DB88からメモリ58の作業領域に読み出す。あるいは、直接入力行動である場合には、ステップS41で取得した、ユーザの直接入力による角度制御データを読み出す。具体的には、動きの制御データは、各軸モータの角度制御データを含み、発話の制御データは、出力する音声のピッチおよび話速などを制御する音声制御データを含む。

10 次に、ステップS163で、感情表現の識別子が喜びを示す識別子あるか否かを判断する。ステップS163で“YES”であれば、感情表現行動DB104から読み出された喜びの感情補正変換プログラムに基づいて、処理が実行される。すなわち、ステップS165で、当該行動には動きがあるか否かをたとえば角度制御データに基づいて判断する。ステップS165で“YES”であれば、ステップS167で、喜びを表現すべく、動きを大きく（たとえば1.5倍程度）するように、各軸の角度制御データを変換する。

15 ステップS167を終了すると、または、ステップS165で“NO”であれば、ステップS169で、当該行動には発話があるか否かをたとえば音声制御データに基づいて判断する。ステップS169で“YES”であれば、ステップS171で、喜びを表現すべく、出力される音声のピッチが高くなるように音声制御データを変換する。ステップS171を終了すると、または、ステップS169で“NO”であれば、処理は図20のステップS129へ戻る。

20 一方、ステップS163で“NO”であれば、ステップS173で、感情表現の識別子が悲しみを示す識別子であるか否かを判断する。ステップS173で“YES”であれば、感情表現行動DB104から読み出された悲しみの感情補正変換プログラムに基づいて、処理が実行される。すなわち、ステップS175で、当該行動に動きがあるか否かを判断する。ステップS175で“YES”であれば、ステップS177で、悲しみを表現すべく、動きを小さくし（たとえば0.8倍程度）、かつ、頭部46を下向き（たとえば-15度程度）にするように、各軸の角度制御データを変換する。

25 ステップS177を終了すると、または、ステップS175で“NO”であれば、ステップS179で、当該行動には発話があるか否かを判断する。ステップS179で“YES”であれば、ステップS181で、悲しみを表現すべく、出力される音声のピッチが低くなるように音声制御データを変換する。ステップS181を終了すると、または、ステップS179で“NO”であれば、処理は図20のステップS129へ戻る。

30 一方、ステップS173で“NO”であれば、ステップS183で、感情表現の識別子

が怒りを示す識別子であるか否かを判断する。ステップS183で“YES”であれば、感情表現行動D B 1 0 4から読み出された怒りの感情補正変換プログラムに基づいて、処理が実行される。すなわち、ステップS185で当該行動には動きがあるか否かを判断する。ステップS185で“YES”であれば、ステップS187で、怒りを表現すべく、動きが速くなるように各軸の角度制御データを変換する。

5 ステップS187を終了すると、または、ステップS185で“NO”であれば、ステップS189で、当該行動には発話があるか否かを判断する。ステップS189で“YES”であれば、ステップS191で、怒りを表現すべく、出力される音声のピッチを低くし、かつ、話速を速くするように、音声制御データを変換する。ステップS191を終了10すると、または、ステップS189で“NO”であれば、図20のステップS129へ戻る。

一方、ステップS183で“NO”であれば、続くステップS193で、上記喜び、悲しみ、怒りの感情表現の場合と同様にして、その他の感情表現に応じて動きと発話を変化させる。つまり、当該感情表現の識別子に対応付けられた感情補正変換プログラムに基づいて、行動に当該感情表現を付与すべく、角度制御データおよび音声制御データを必要に応じて変換する。ステップS193を終了すると図20のステップS129へ戻る。

20 図20に戻って、ステップS129では、補正変換に基づく感情的な自発的行動を実行する。つまり、自発的行動の識別子に対応付けられた自発的行動の処理プログラム、およびステップS127で補正変換された制御データに基づいて、処理を実行する。これによって、感情表現の付与された自発的行動が対話相手に提示される。ステップS129を終了すると、処理はステップS45に戻る。

一方、ステップS49で“NO”であれば、ステップS53で終了指令であるか否かを判断し、“NO”であればステップS45へ戻り、“YES”であれば、実行すべき行動がすべて実行されたので、この処理を終了する。

25 この実施例によれば、行動のリストとともに行動に付与する感情表現のリストをさらに表示して、ユーザに選択させるようにしているので、感情的な動作を簡単に入力できるとともに、感情的な対話行動を簡単に入力して生成することができる。したがって、生成された再生動作情報には感情的な反応動作や感情的な自発的行動などが含まれ得るので、より多様な対話行動をロボット12に容易に実現させることができる。

30 また、各行動に対して不適当あるいは適当な感情表現を示す情報を記憶しておき、ユーザが選択しようとしている感情表現の適否を判定するようにしたので、ユーザの選択した行動そのものの感情表現と追加する感情表現とが矛盾することを防止することができる。したがって、自然な感情的な動作を簡単に入力できるし、自然な感情的な対話行動を簡単に入力して生成することができる。

35 なお、上述の各実施例では、図20および図22に示すように、感情補正変換をロボッ

ト12で実行するようにしていた。しかしながら、感情表現行動DB104（感情補正変換プログラム）をシステム10に設けておき、感情表現付きの行動が選択決定された場合にはシステム10で感情補正変換を実行するようにしてもよい。この場合には、図17のステップS101で角度制御データおよび音声制御データが必要に応じて変換され、変換された制御データを含む指令データがロボット12に送信される。また、図17のステップS105で、当該行動に関する情報および感情補正変換された制御データなどを含む再生動作データが生成されて再生動作DB102に格納される。

また、上述の各実施例では、自発的行動に対してのみ感情補正変換が実行され、反射的行動については、感情表現を取り入れた各行動を実行する各プログラムによって実行するようにしていた。しかしながら、反射的行動についても、たとえば目の前に人が来たら「どうしてね」と発話する行動のように単純な発話あるいは身振りのみを提示する行動の場合は、感情補正変換を施すことによって制御データを変換し、この変換された制御データに基づいて感情的な反射的行動を実現するようにしてもよい。

この発明が詳細に説明され図示されたが、それは單なる図解および一例として用いたものであり、限定であると解されるべきではないことは明らかであり、この発明の精神および範囲は添付されたクレームの文言によってのみ限定される。

## 請求の範囲

1. コミュニケーションロボットに実行させる対話行動の入力を支援するコミュニケーションロボット用制御システムであって、  
人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段、  
前記記憶手段に記憶された前記情報に基づいて前記複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示手段、  
ユーザの操作に応じて、前記表示手段によって表示された前記行動のリストから前記コミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定手段、および  
前記行動決定手段によって決定された行動の履歴に基づいて、前記コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成手段を備える、コミュニケーションロボット用制御システム。
2. 前記表示手段は、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、  
前記行動決定手段は、さらに、ユーザの操作に応じて、前記感情表現のリストから、前記コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、  
前記生成手段は、前記行動決定手段によって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、前記再生動作情報を生成する、請求項1記載のコミュニケーションロボット用制御システム。
3. 前記行動決定手段は、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する判定手段をさらに含んでいて、前記判定手段によって前記感情表現が前記行動に対して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与を許可しない、請求項2記載のコミュニケーションロボット用制御システム。
4. 前記行動決定手段によって前記コミュニケーションロボットに実行させる行動が決定されたとき、当該行動の実行指令を前記コミュニケーションロボットに送信する送信手段をさらに備える、請求項1ないし3のいずれかに記載のコミュニケーションロボット用制御システム。
5. 前記表示手段は、前記行動のリストを、前記コミュニケーションロボットの部位ごとに分類して表示する、請求項1ないし4のいずれかに記載のコミュニケーションロボット用制御システム。
- 30 6. 前記表示手段は、ユーザの操作によって前記行動のリストから行動が選択されたとき、当該行動を実行した前記コミュニケーションロボットの姿の画像を表示する、請求項1ないし5のいずれかに記載のコミュニケーションロボット用制御システム。
7. コミュニケーションロボットによって人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段を備えるコミュニケーションロボット用制御システムにおいて、前記コミュニケーションロボ

ットに実行させる対話行動の入力を支援する行動入力支援プログラムであって、

前記コミュニケーションロボット用制御システムのプロセサに、

前記記憶手段に記憶された前記情報に基づいて前記複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示ステップ、

5 ユーザの操作に応じて、前記表示ステップによって表示された前記行動のリストから前記コミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定ステップ、および

前記行動決定ステップによって決定された行動の履歴に基づいて、前記コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成ステップを実行させる、行動入力支援プログラム。

10 8. 前記表示ステップは、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、

前記行動決定ステップは、さらに、ユーザの操作に応じて、前記感情表現のリストから、前記コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、

前記生成ステップは、前記行動決定ステップによって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、前記再生動作情報を生成する、請求項7記載の行動入力支援プログラム。

15 9. 前記行動決定ステップは、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に對して適するか否かを判定する判定ステップをさらに含んでいて、前記判定ステップによつて前記感情表現が前記行動に對して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与を許可しない、請求項8記載の行動入力支援プログラム。

10. コミュニケーションロボットによって人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段を備えるコミュニケーションロボット用制御システムにおいて、前記コミュニケーションロボットに実行させる対話行動の入力を支援するプログラムを記憶した記憶媒体であつて、

前記プログラムは、前記コミュニケーションロボット用制御システムのプロセサに、

前記記憶手段に記憶された前記情報に基づいて前記複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示ステップ、

ユーザの操作に応じて、前記表示ステップによって表示された前記行動のリストから前記コミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定ステップ、および

前記行動決定ステップによって決定された行動の履歴に基づいて、前記コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成ステップを実行させる、プログラムを記憶した記憶媒体。

11. 前記表示ステップは、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、

前記行動決定ステップは、さらに、ユーザの操作に応じて、前記感情表現のリストから、前記コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、

前記生成ステップは、前記行動決定ステップによって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、前記再生動作情報を生成する、請求項10記載のプログラムを記憶した

記憶媒体。

12. 前記行動決定ステップは、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する判定ステップをさらに含んでいて、前記判定ステップによって前記感情表現が前記行動に対して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与を許可しない、請求項11記載のプログラムを記憶した記憶媒体。

5 13. コミュニケーションロボットによって人間の行動に応じて実行される反射的行動および自発的に実行される自発的行動を含む複数の行動に関する情報を記憶する記憶手段を備えるコミュニケーションロボット用制御システムにおいて、前記コミュニケーションロボットに実行させる対話行動の入力を支援する行動入力支援方法であって、

10 前記記憶手段に記憶された前記情報に基づいて前記複数の行動のリストをユーザに選択可能に表示する表示ステップ、

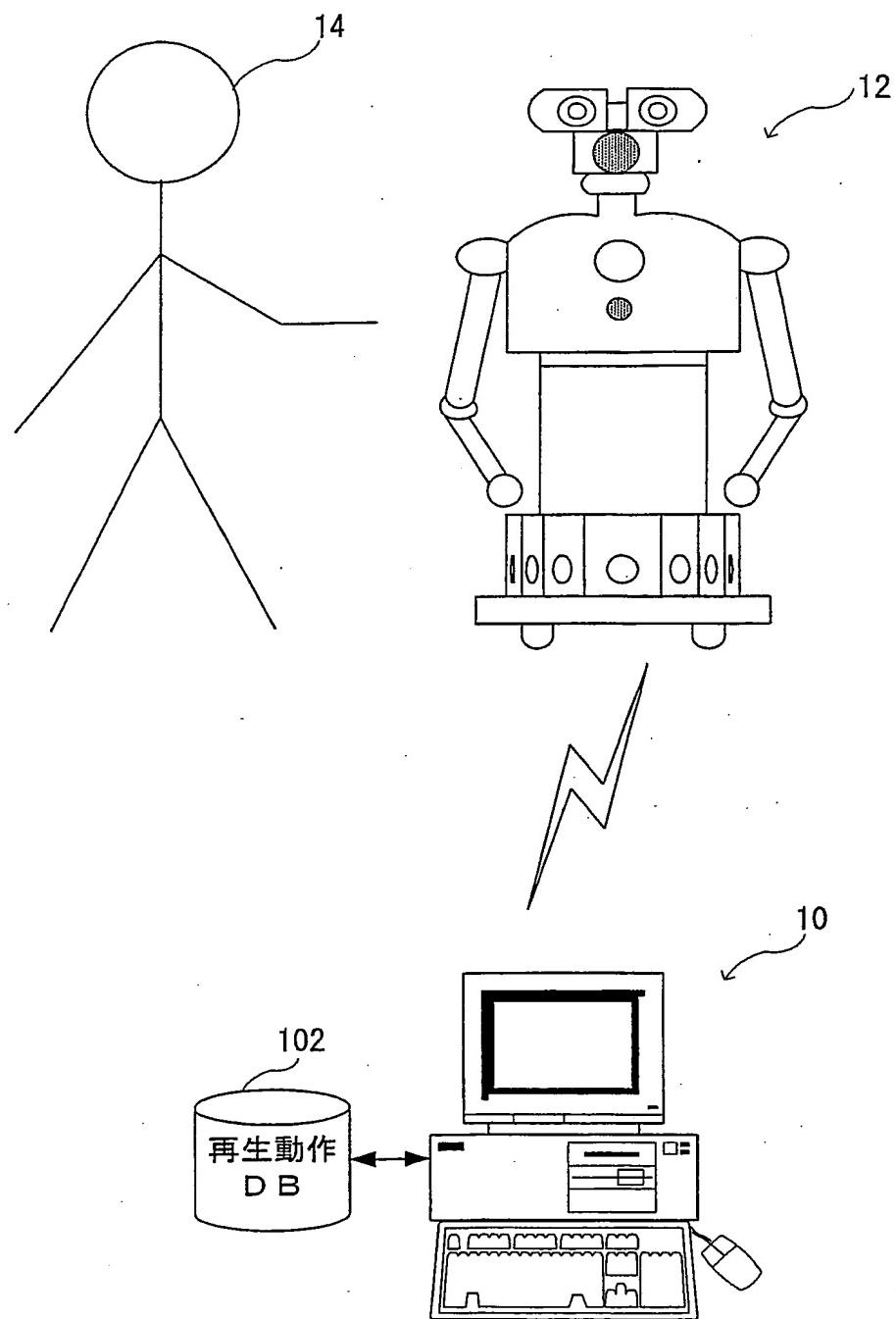
ユーザの操作に応じて、前記表示ステップによって表示された前記行動のリストから前記コミュニケーションロボットに実行させる行動を決定する行動決定ステップ、および前記行動決定ステップによって決定された行動の履歴に基づいて、前記コミュニケーションロボットに実行させる対話行動のための再生動作情報を生成する生成ステップを含む、  
15 行動入力支援方法。

14. 前記表示ステップは、さらに複数の感情表現のリストをユーザに選択可能に表示し、前記行動決定ステップは、さらに、ユーザの操作に応じて、前記感情表現のリストから、前記コミュニケーションロボットに実行させる行動に付与する感情表現を決定し、

20 前記生成ステップは、前記行動決定ステップによって決定された行動および感情表現の履歴に基づいて、前記再生動作情報を生成する、請求項13記載の行動入力支援方法。

15. 前記行動決定ステップは、ユーザによって選択された感情表現が、選択された行動に対して適するか否かを判定する判定ステップをさらに含んでいて、前記判定ステップによって前記感情表現が前記行動に対して不適当であると判断されたとき、当該行動に対する当該感情表現の付与を許可しない、請求項14記載の行動入力支援方法。

図1



义2

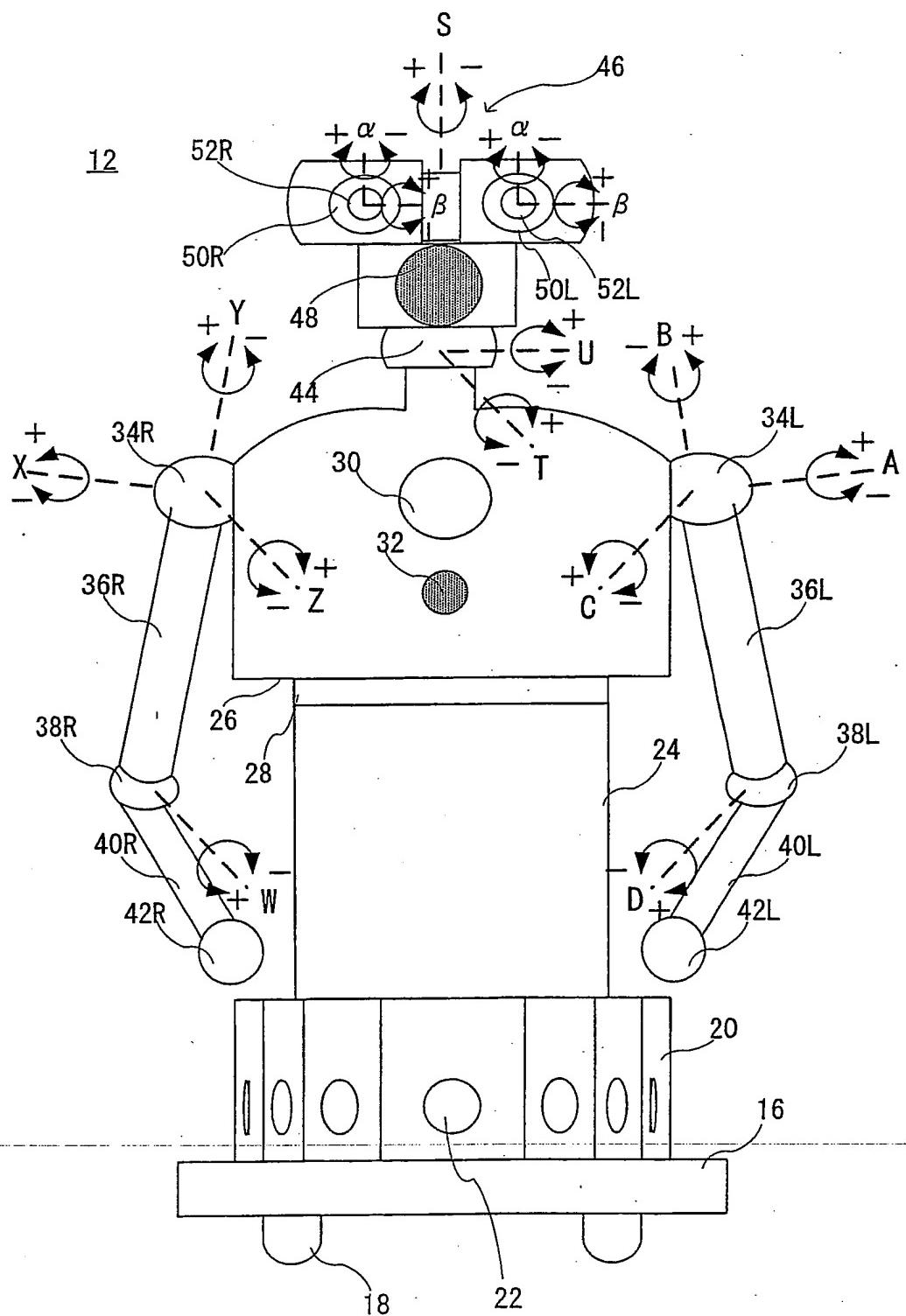


図3

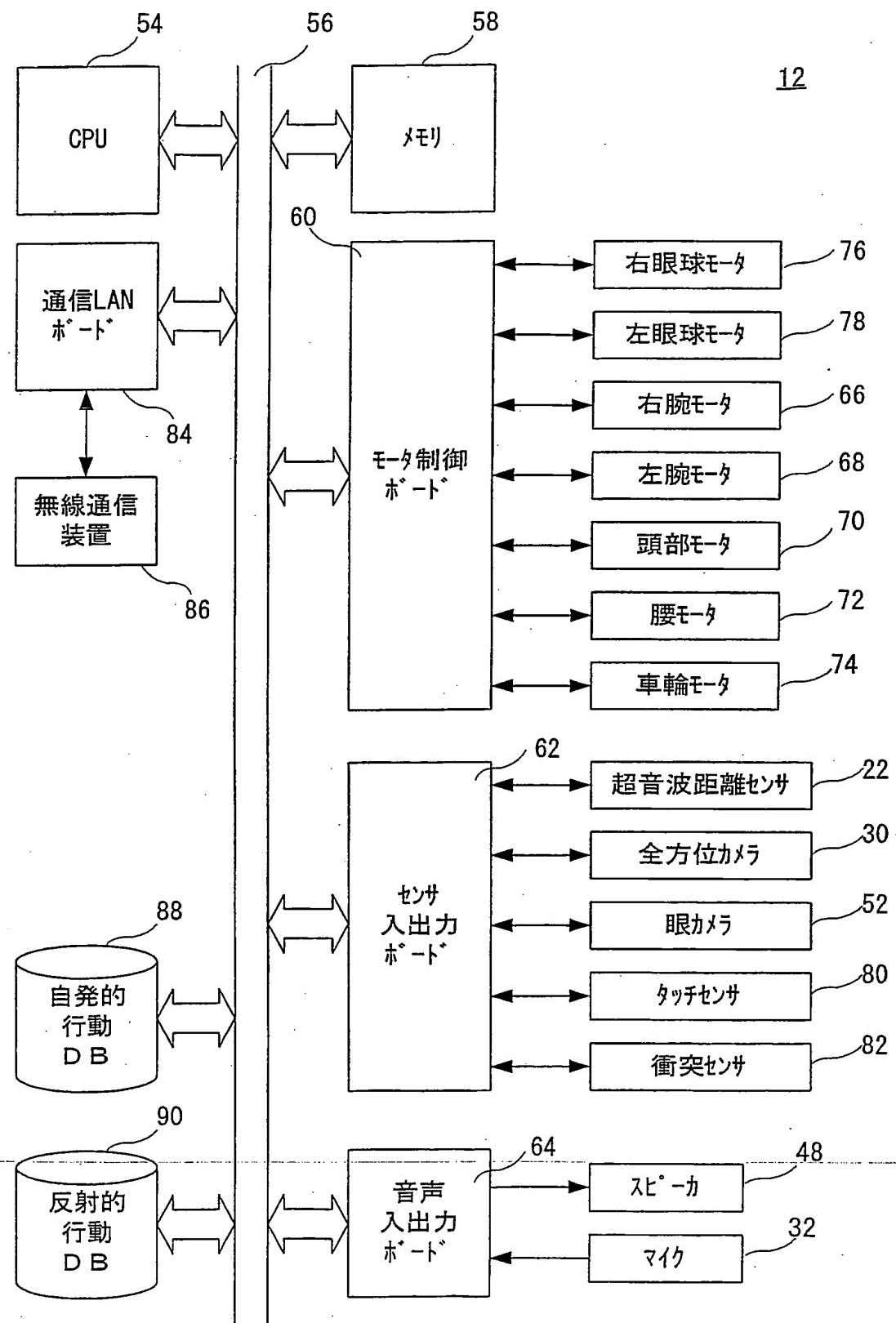


図4

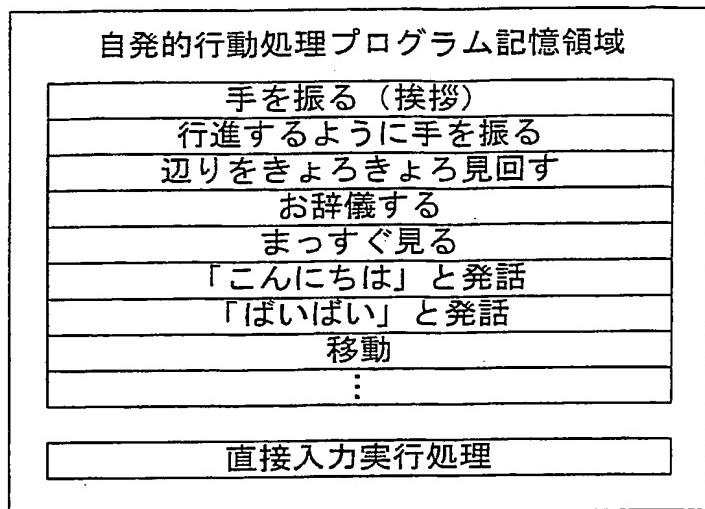
自発的行動 D B 88

図5

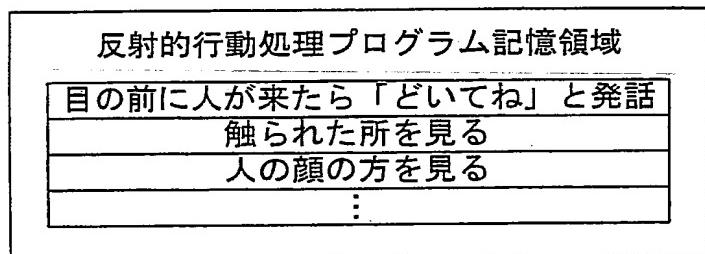
反射的行動 D B 90

図6

識別子	部位	行動	属性
1	右手	手を振る(挨拶)	自発的行動
2		行進するように手を振る	自発的行動
⋮		⋮	⋮
⋮⋮⋮		* 直接入力	自発的行動
⋮⋮⋮		(なし)	—
⋮⋮⋮		手を振る(挨拶)	自発的行動
⋮⋮⋮		行進するように手を振る	自発的行動
⋮		⋮	⋮
⋮⋮⋮		* 直接入力	自発的行動
⋮⋮⋮		(なし)	—
⋮⋮⋮	左手	人の顔の方を見る(アイコンタクト)	反射的行動
⋮⋮⋮		触られた所を見る	反射的行動
⋮⋮⋮		辺りをきょろきょろ見回す	自発的行動
⋮⋮⋮		お辞儀する	自発的行動
⋮⋮⋮		まっすぐ見る	自発的行動
⋮		⋮	⋮
⋮⋮⋮		* 直接入力	自発的行動
⋮⋮⋮		(なし)	—
⋮⋮⋮		目の前に人が来たら「どいてね」と発話	反射的行動
⋮⋮⋮		「こんにちは」と発話	自発的行動
⋮⋮⋮	発話	「ばいばい」と発話	自発的行動
⋮		⋮	⋮
⋮⋮⋮		(なし)	—

図7

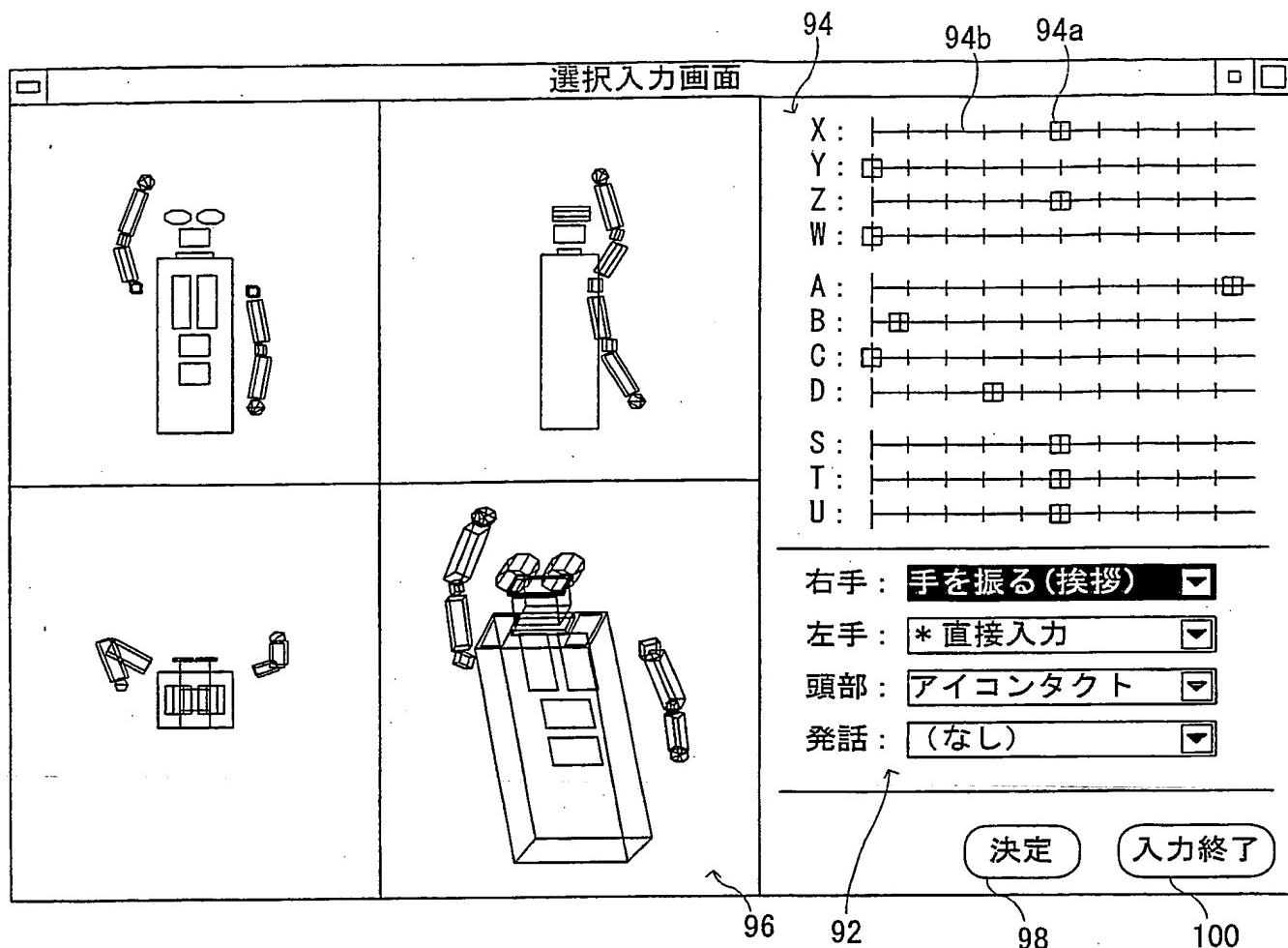
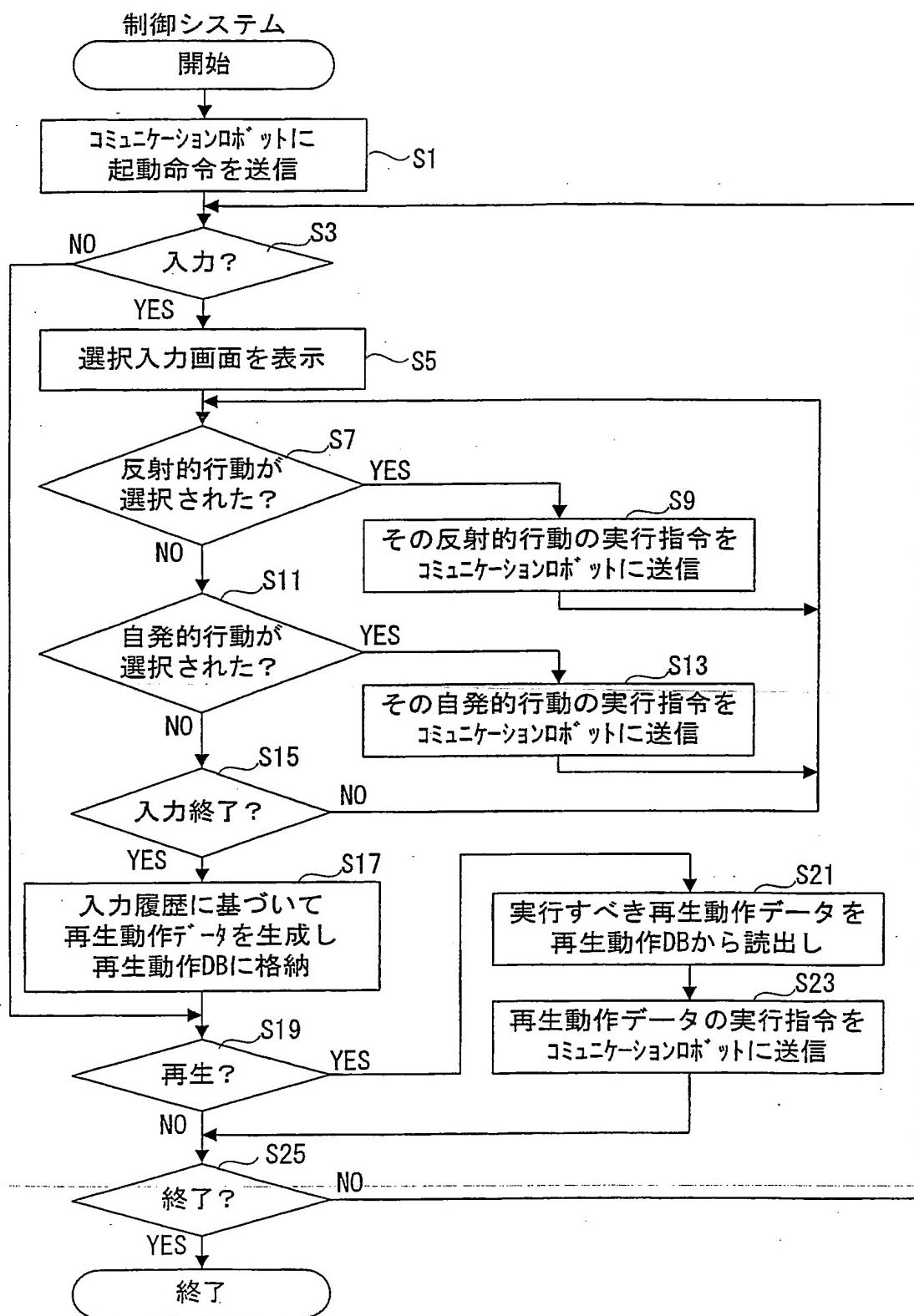


図8



**図9**

再生動作D B

102**再生動作1**

(客席の間から舞台に出て「こんにちは」と挨拶するビハイビア)

- ・ ドアを抜けて通路を移動
  - 反射的行動：目の前に人が来たら「どいてね」と発話
  - 行進するように手を振る
  - 反射的行動：触られたら触られた所を見る
  - 辺りをきょろきょろ見回す
  - 反射的行動：人の顔があれば人の顔の方を見る
- ・ (舞台に到着して) 挨拶
  - 「こんにちは」と発話
  - お辞儀する身振り
- ・ お別れ
  - 「ばいばい」と発話
  - 手を振る(挨拶)
- ・ 舞台から通路を通って移動
  - 反射的行動：目の前に人が来たら「どいてね」と発話
  - 行進するように手を振る
  - 反射的行動：触られたら触られた所を見る
  - まっすぐ出口の方を見る
  - 反射的行動：人の顔があれば人の顔の方を見る
- ・ 出口の位置に到着
- 終了

**再生動作2**

:

図10

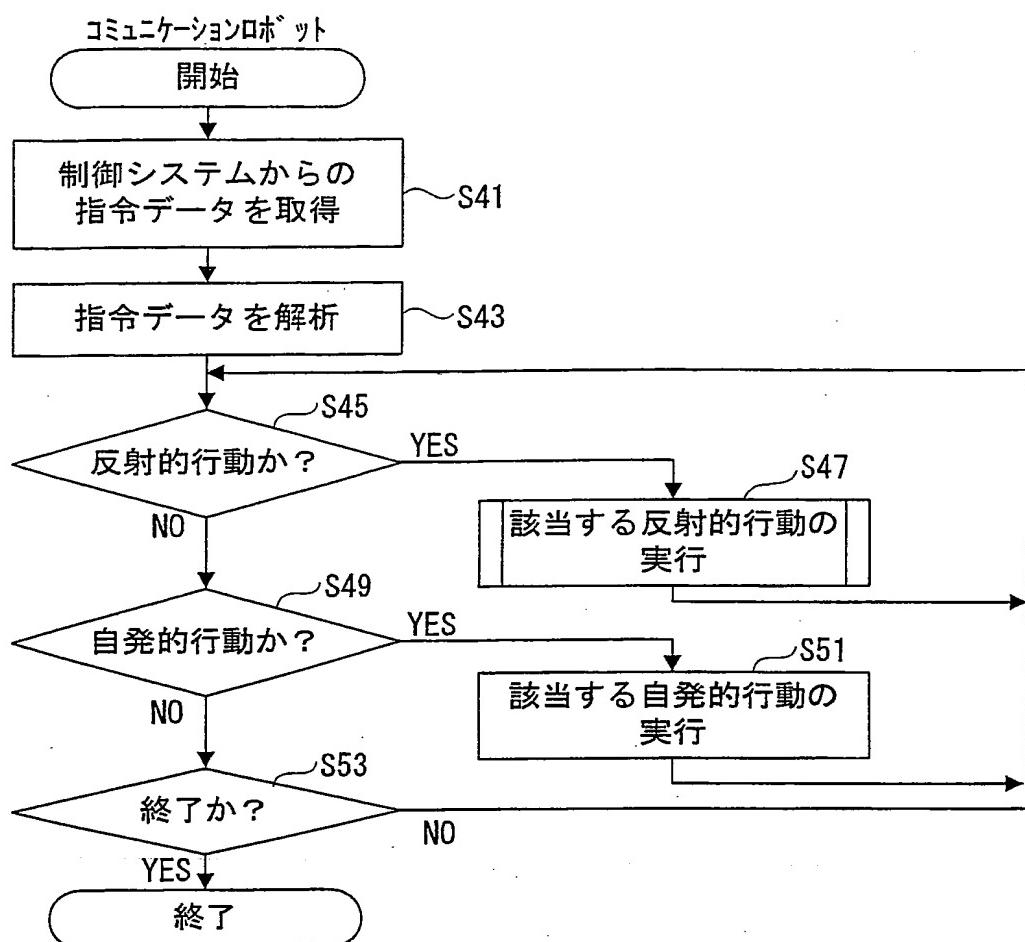


図11

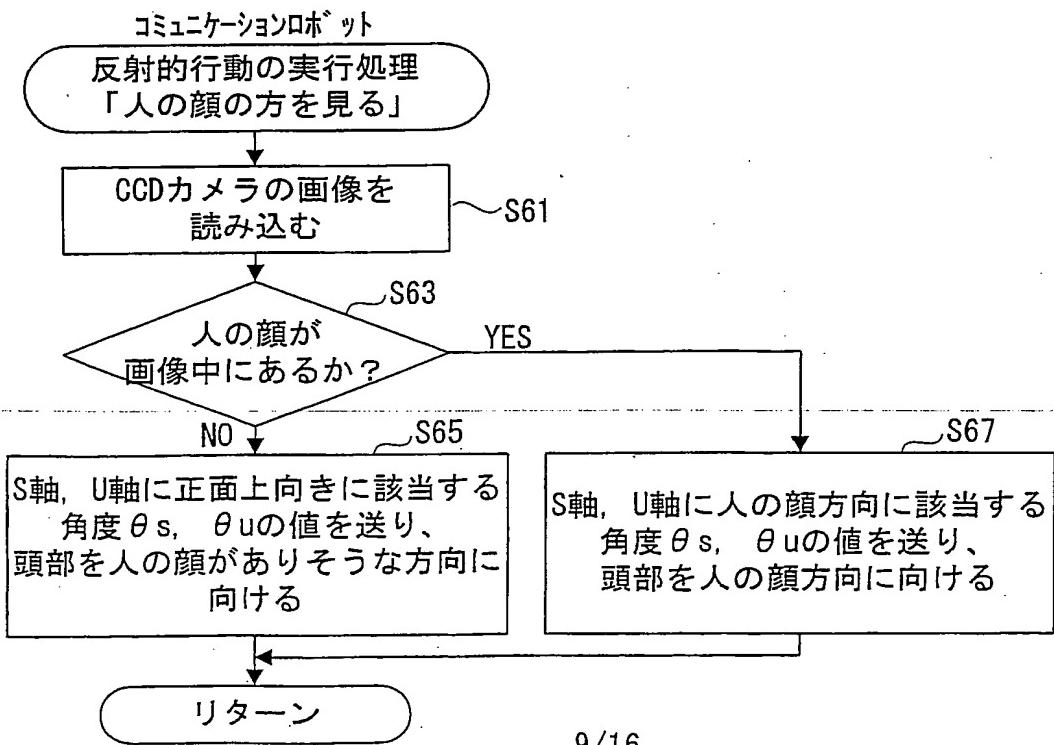


図12

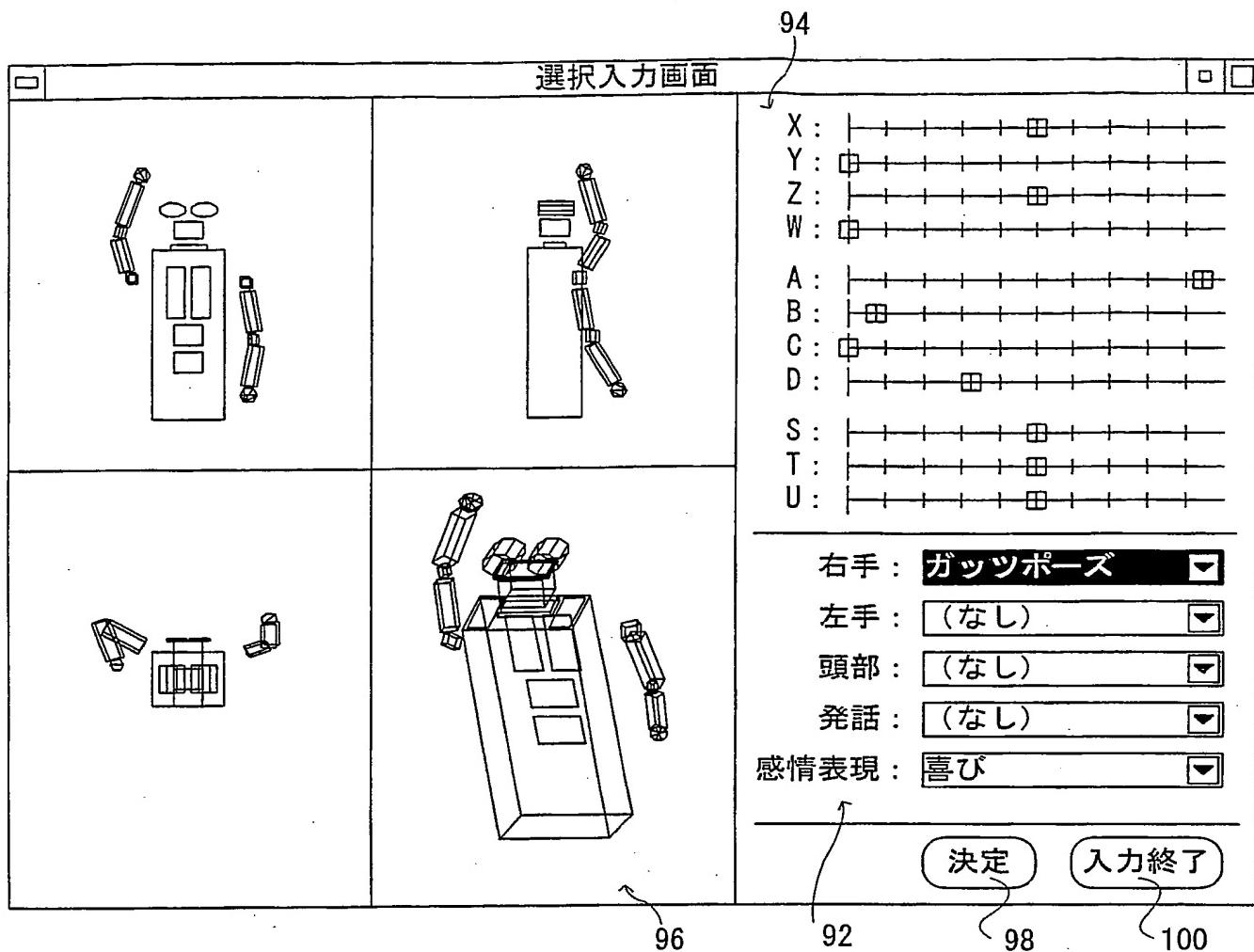


図13

識別子	感情表現
Y0	喜び
...	悲しみ
...	怒り
...	⋮
...	なし

図14

識別子	部位	行動	属性	禁止
RNA	右手	泣く	自発的行動	喜び
RGA		ガツツポーズ	自発的行動	悲しみ、怒り
...		手を振って歩く	自発的行動	なし
...		握手	自発的行動	なし
...		:	:	:
...	左手	泣く	自発的行動	喜び
...		ガツツポーズ	自発的行動	悲しみ、怒り
...		手を振って歩く	自発的行動	なし
...		:	:	:
...	頭部	挨拶	自発的行動	なし
...		:	:	:
...	発話	同意	反射的行動	なし
...		:	:	:

図15

感情表現行動D B 104

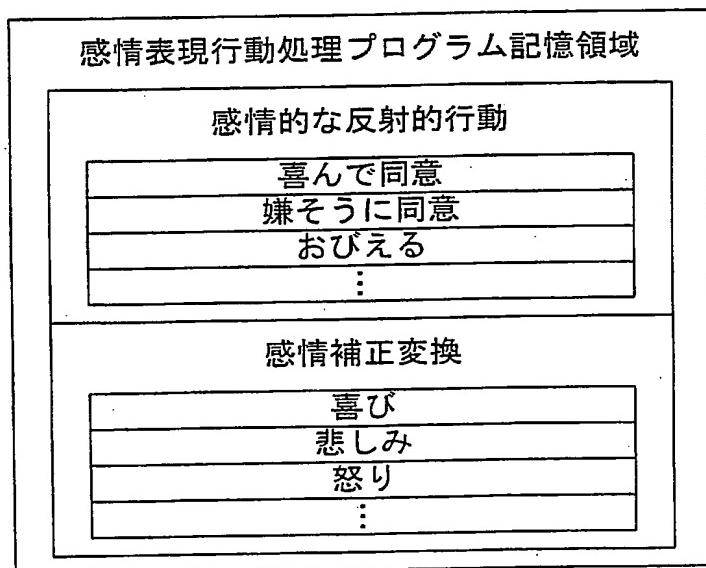


図16

識別子	感情的な反射的行動	反射的行動	感情表現
YD	喜んで同意	同意	喜び
:	:	:	:

17

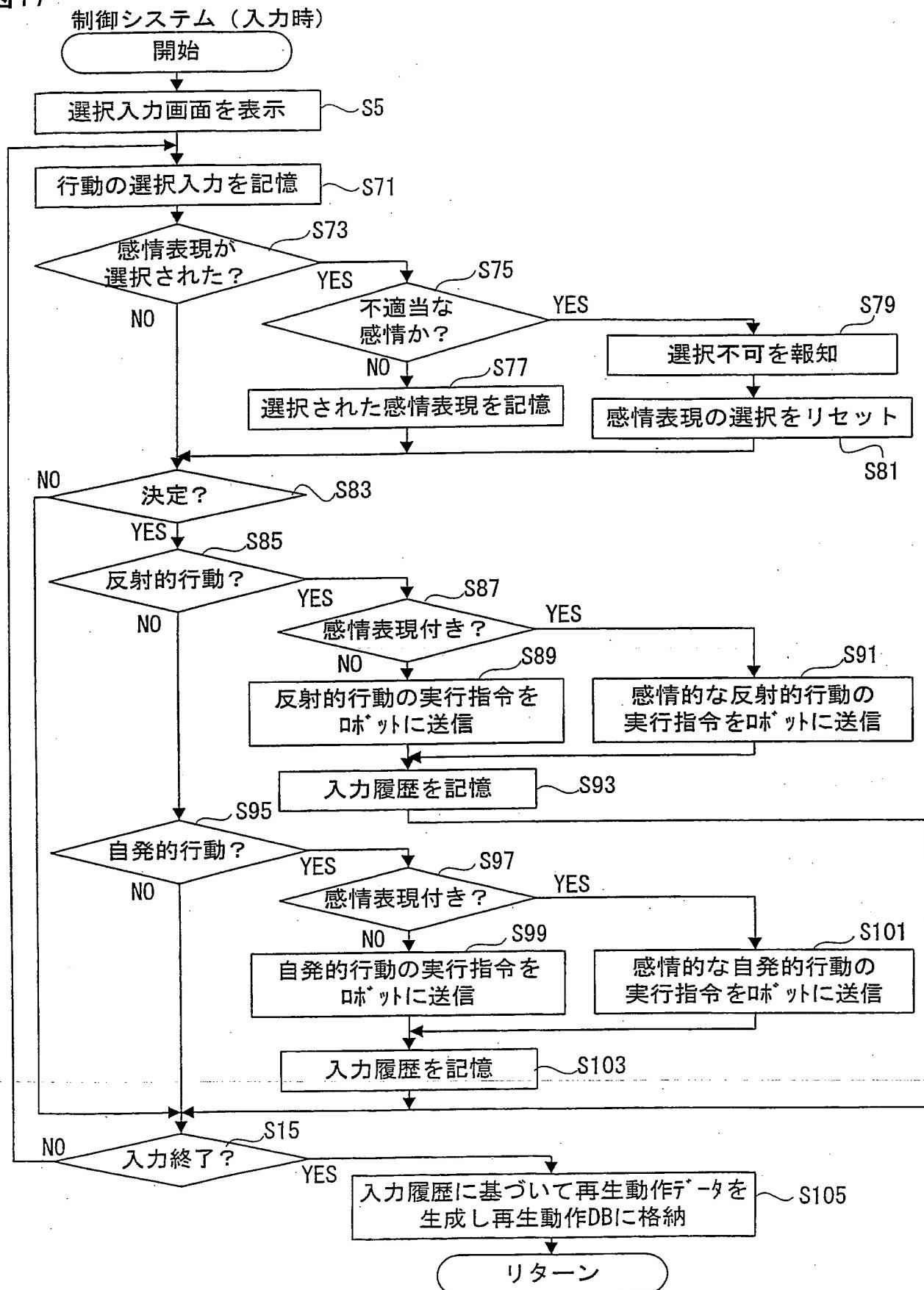


図18

再生動作DB

102

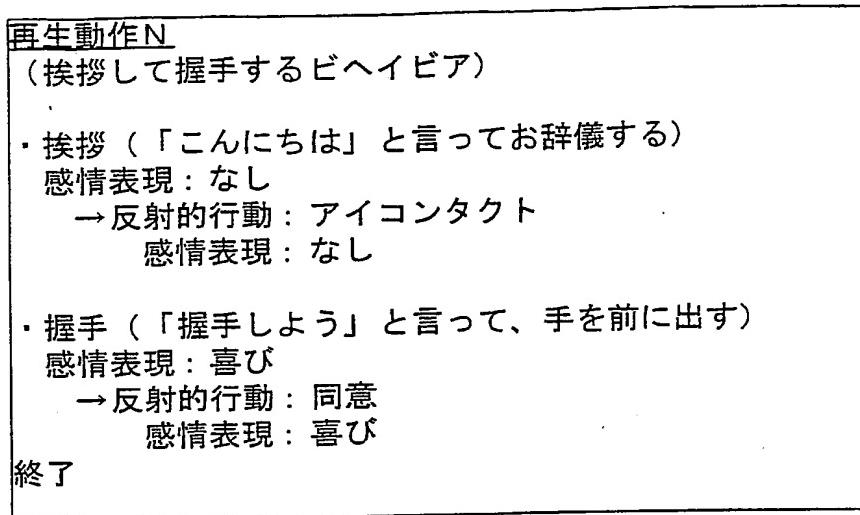


図19

制御システム（再生時）

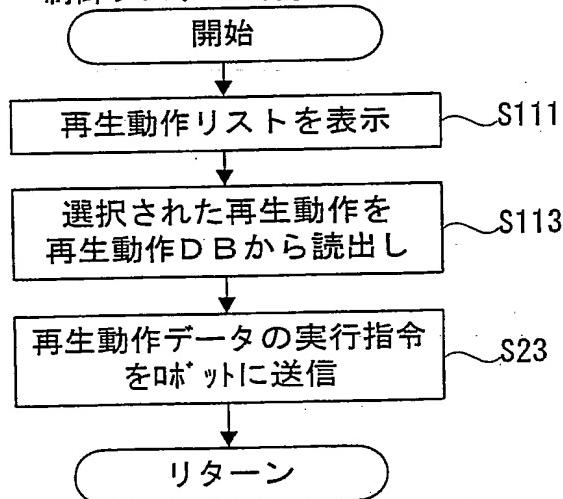


図20

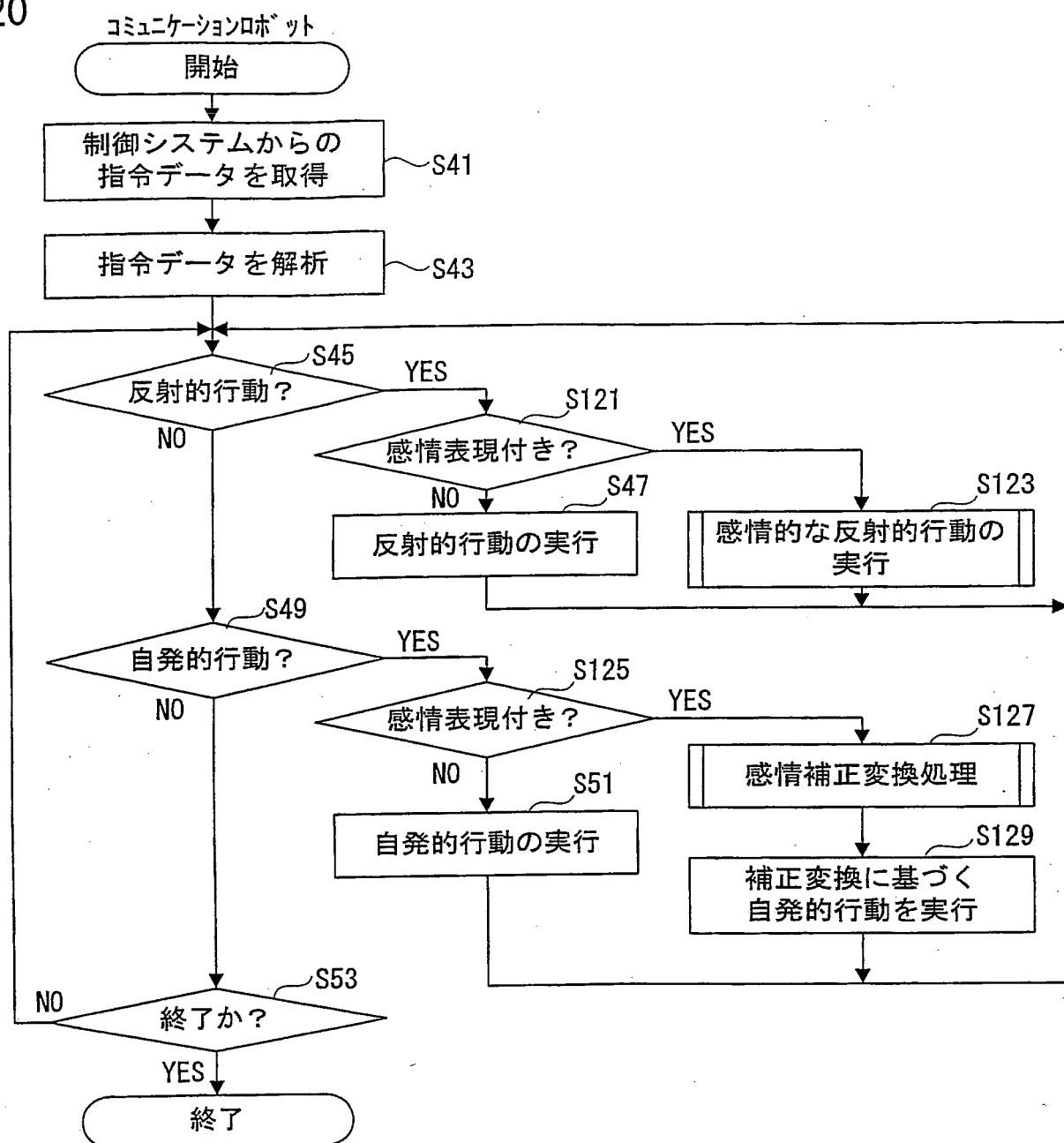


図21

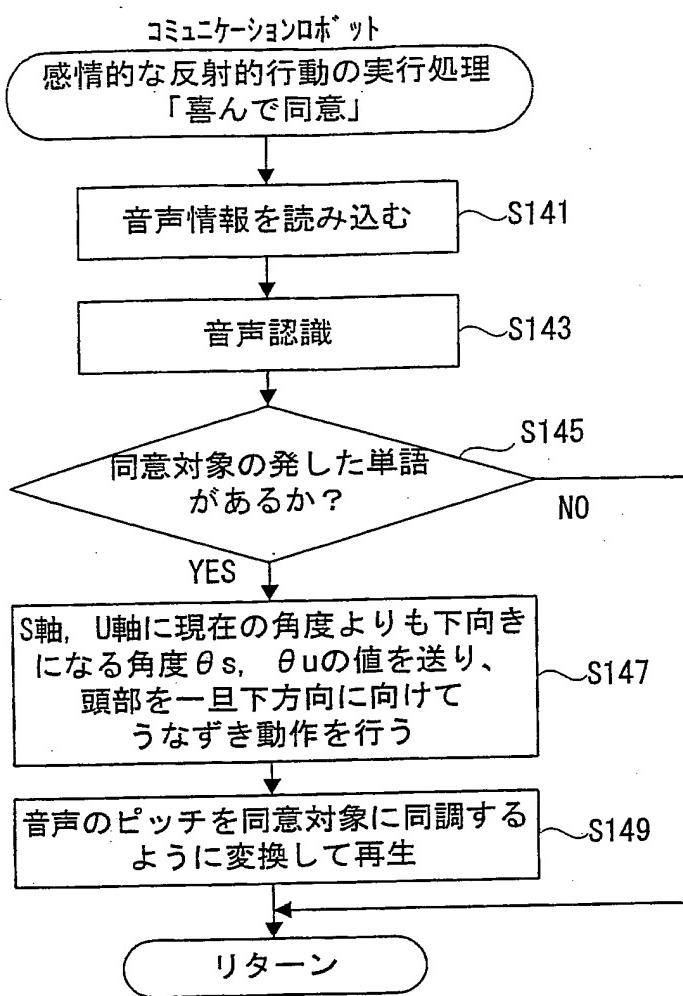
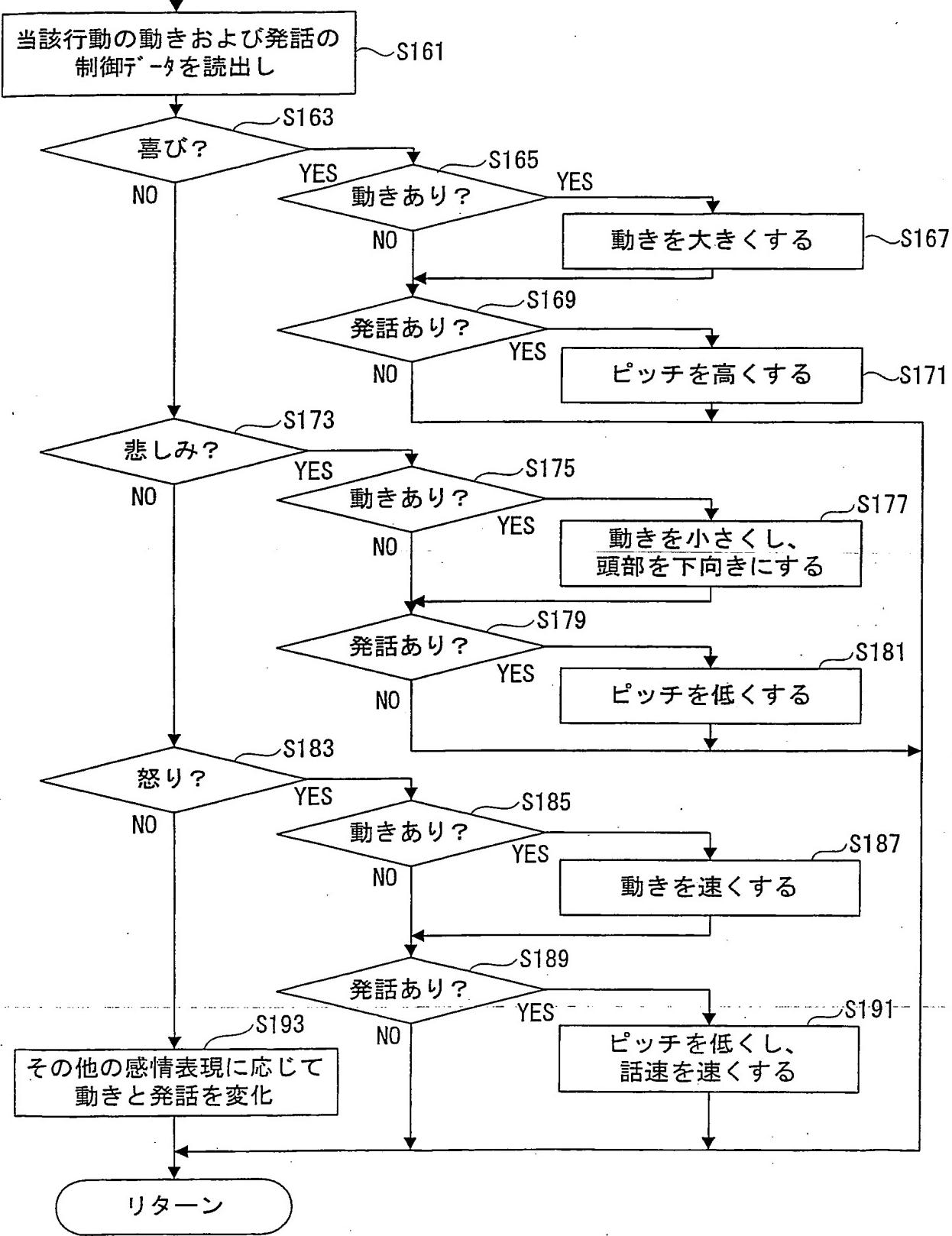


図22

コミュニケーションロット

## 感情補正変換処理



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> B25J13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B25J1/00-21/02Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-120174 A (Sony Corp.), 23 April, 2002 (23.04.02), Par. Nos. [0093] to [0180]; Figs. 15 to 17 (Family: none)	1-15
Y	JP 2001-162573 A (Fujitsu Ltd.), 19 June, 2001 (19.06.01), Par. Nos. [0017] to [0025] (Family: none)	1-15
Y	JP 2001-277163 A (Sony Corp.), 09 October, 2001 (09.10.01), Par. Nos. [0090] to [0099] & US 2002/120361 A1	1-15

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 November, 2004 (11.11.04)Date of mailing of the international search report  
30 November, 2004 (30.11.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/011874

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-273674 A (Bandai Co., Ltd.), 25 September, 2002 (25.09.02), Par. Nos. [0054] to [0062] (Family: none)	2,3,8,9,11, 12,14,15
Y	JP 2002-137182 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 14 May, 2002 (14.05.02), Par. No. [0032] (Family: none)	3,9,12,15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
Int. C1. 7 B25J13/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
Int. C1. 7 B25J1/00-21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-120174 A (ソニー株式会社), 2002.04.23, 段落【0093】-【0180】、図15-17 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2001-162573 A (富士通株式会社), 2001.06.19, 段落【0017】-【0025】 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2001-277163 A (ソニー株式会社), 2001.10.09, 段落【0090】-【0099】 & US 2002/120361 A1	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

11. 11. 2004

## 国際調査報告の発送日

30.11.2004

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官（権限のある職員）

齋藤 健児

3C 3118

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C(続き) .	関連すると認められる文献	
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-273674 A (株式会社バンダイ), 200 2. 09. 25, 段落【0054】-【0062】(ファミリーなし)	2, 3, 8, 9, 11, 12, 14, 15
Y	JP 2002-137182 A (ヤマハ発動機株式会社), 20 02. 05. 14, 段落【0032】(ファミリーなし)	3, 9, 12, 15